

TITKÁRSÁG

TUDOMÁNYOS

KFKI



TUDOMÁNSZERVEZÉSI

szemelvények, tanulmányok

KELLENÉK-E NAGYBERENDEZÉSEK?

— — — — —
FIZIKUS VÁLSÁG AZ USA-BAN...

2

Kiadja a Központi Fizikai Kutatóintézet

Felelős: Kiss István, a Tudományos Titkárság vezetője

Példányszám: 200

Törzsszám: 71-6180

Készült a KFKI sokszorosító üzemében, 1971. novemberében

TUDOMÁNYSZERVEZÉSI

szemelvények, tanulmányok 2.sz.

Melékeltet kiadom a kutatás-tervezési, tudománysszervezési problémákkal foglalkozó intézeti belső tájékoztató anyag egyik példányát. Az e sorozat első számában megjelent "Általános" szerint a szemelvények, tanulmányok közreadása-
val:

1. táblázat? Készítendő-e különálló táblázat? Olyan táblázatokat kívánunk adni az intézeti tájékoztató anyagban, amelyek felismerő, vezető, kutatási irányítás és tudománysszervezési problémák megoldásához, amelyeket hasonló felismerő problémák megoldása kapcsán más intézetek, illetve tudománysszervezési kérdésekkel foglalkozó szakemberek tesznek közzé."

Az első füzet a kutatás-tervezési diagramok problémáival foglalkozott.

Kérjük, hogy tájékoztató anyagunk táblázataik érdekében közzéve az egyik példányában is.

Budapest, 1972. január 2.

Kiss István

1971

KK-1 71-6242

Mellékelten küldöm a kutatástervezési, tudományszervezési problémákkal foglalkozó intézeti belső tájékoztató anyag egyik példányát. Az e sorozat első számában megjelent "Ajánlás" szerint a szemelvények, tanulmányok közreadásával:

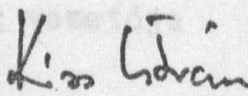
"Olyan támpontokat kívánunk adni az intézet adott időszakra jellemző vezetési, kutatásirányítási és tudományszervezési problémái megoldásához, amelyeket hasonló felmerülő problémák megoldása kapcsán más intézetek, illetve tudományszervezési kérdésekkel foglalkozó szakemberek tettek közzé."

/Az első füzet a kutatás-tervezési diagramok problémáival foglalkozott./

Reméljük, hogy tájékoztató anyagunk találkozik érdeklődési körével és segíti munkájában is.

B u d a p e s t, 1972. január 5.

KFKI 71-6242


Kiss István

TUDOMÁNSZERVEZÉSI

szemelvények, tanulmányok . 2.sz.

TARTALOM

| | |
|--|----------|
| Kellenek-e nagyberendezések? | 3. oldal |
| Fizikus-tultermelés az USA-ban | 16. " |
| Hogyan segíthetnek igazán a tudósok? | 27. " |

KFKI Tudományos Titkárság
1971.

Anderson Ph.
a Cavendish Laboratory /Cambridge/ vendégprofesszora,
a Bell Telephone Laboratory /New Jersey/ munkatársa

K E L L E N E K - E N A G Y B E R E N D E Z É S E K ?

Are the big machines necessary?

New Scientist and Science Journal

1971. szeptember 2.

51.évf. 767.sz.

511-513.old.

Anglia azon elhatározását, hogy csatlakozik
a CERN és az amerikai óriásgyorsító tervéhez,
nem minden fizikus tartja kívánatosnak. Job-
ban járna a tudomány, ha a költségek egy ré-
szét más területekre fordítanák.

A fizikusok - még a nagyenergiájú fizikával foglalkozók is - tiltakoztak a még nagyobb energiákért folytatott verseny ellen. Mind Angliában, mind az Egyesült Államokban hatalmas gyorsítók építését határozták el, melyek költségeit a kisebb gyorsítóprogramok és valószínűleg más tudományos kutatások felfüggesztésével biztosítják. 1970. tavaszán az American Physical Societyben fiatal, és időnként igen hangos hallgatóságnak rendeztek vitaülést, hogy támogassák az egyes kutatások beszüntetésére hozott intézkedést. Ez az összejövetel terelte figyelmemet a kockázatos nagyenergiájú kaland ideológiai bázisára.

Kétségeim támadtak a további berendezések építésének célszerűségét és a nagyenergiájú fizika világméretű támogatásának jelenlegi szintjét illetően. Sőt e kétségek azóta olyan mértékben fokozódtak, hogy szeretném széleskörű hallgatósággal megosztani őket. A fizikusok közti szolidaritásból eredően a nyilvánosság előtti vitákon többnyire csak a pozitívumok hangzanak el. Az utóbbi időben döbbsen csak rá a tudósok arra, hogy a leggazdagabb aránymező is véges. Ami a nagyenergiájú fizikáért történik, az egyúttal más területek ellen irányul. Ezzel nyilvánvalóvá vált, hogy ha egy egészséges tudomány szemlélethez akarunk visszatérni, akkor annak valamennyi ágát felül kell vizsgálni.

A következőkben megindokolom azt a következtetésem, hogy a nagyobb és még nagyobb energiák hajszolása oktalandó. A nagyenergiájú fizika optimális fejlődése szempontjából is célszerűbb több különféle berendezést fenntartani, bár véleményem szerint az összkiadások így is túlságosan nagyok lennének. Ezenfelül úgy érzem, hogy a nagyenergiájú fizika elméletére fordított hatalmas erőfeszítések végső fokon nem térültek meg a kiadásokkal azonos arányban. Nem látszik indokoltnak az utóbbi két évtized lázas iramának fenntartása, de a téma teljes egészében való elvetése sem.

A tárgykörrel foglalkozó minden vitában abból kell kiindulni, hogy a nagyenergiájú fizika művelése rendkívül

költséges.^{1/} Még az olyan különleges szakterületeknél is drágább, mint az űrkutatás és más hasonló, ahol a kizárólag tudományos indítékok alárendelt szerepet játszanak a technikai és politikai szempontok mellett /Byrd admirális is bőkezűbb támogatást kapott, mint E.O. Lawrence/, és ez nem feltétlenül helytelen dolog. Ha csak üzemidejüket nézzük is, drágák a nagy gyorsítók. Egy rádió-, vagy optikai obszervatóriumnak vagy egy hajózó laboratóriumnak jelentékeny az élettartama és az alatt folyamatosan szolgáltatja hasznos adatait. A kutatások felfüggesztésének általam előbb említett intézkedései ilyen, legfeljebb egy-két évtizede működő berendezéseket érintenek.

Van egy további, kevésbé nyilvánvaló ok is, ami miatt a nagyenergiájú fizika rendkívül költséges a társadalomnak. Napjainkban látszólag tulságosan sok a tudományos kutató, ennek ellenére nyilvánvaló, hogy nincs elég igazán zseniális alkotó elme az egyes területeken. Ez alól kivétel a nagyenergiájú fizika, ahol hihetetlenül nagy verseny folyik. Mágnesként vonzza a diákságot az a tény, hogy az elemirész-fizika az a csaknem egyedüli terület, ahol "igazán alapvető" és "mélyreható" igazságokat lehet felfedezni, fogalmai "tiszták" és világosak, valamint káprázatosak a ráfordítások és a technika. Ezt a vonzerőt még az e területen dolgozók is legyőzhetetlennek tartják.

Egyetemről-egyetemre járva láttam, hogy egyes nagyobb felelősséget érző elemirész-fizikusok milyen sajnálatosan csekély sikerrel próbálják még a legkitűnőbb diákokat is sokkal hasznosabb és kifizetődőbb területekre irányítani. E kiváló diákok képességei a társadalom szempontjából elvesznek a tiszta matematika, vagy más tudományág elvontabb régióiban. Legtöbbjük találhatna hasznosabb hivatást. Különösen azok, akik fejlődő országokból jönnek, ahol képességeikre sokkal nagyobb szükség van, mint Angliában vagy az Egyesült Államokban.

Minthogy a nagyenergiájú fizika olyan költséges, annál fontosabbak az elért tudományos eredmények. Sok jelentéktelen érv hangzott el új nagyenergiájú berendezések és a nagyenergiájú fizikusképzés fontossága mellett. A legtöbben a kutatások "melléktermékeként" létrejött előnyökre hivatkoznak. Ezeket az érveket azonban ugyanugy felhasználhatnánk sok más program, például a következők támogatására is: 1: a Nagy Piramis; 2: az SST; 3: az iskolai latin és görög oktatás. Nem is tudom elképzelni, hogy egyetlen tudós is komolyan támogasson egy kutatási irányvonalat, ha az nem szolgálja saját tudományágának fejlődését.

Hadd soroljam fel most az elemirész-fizika mellett felhozott négy alapvető érvet és közöljem /hely hiányában csak röviden/ az ezekre adott válaszaimat.

1. "Az anyagi világot elemi részek és erőterek alkotják, ezek törvényei kormányozzák. Jelentőségük ezért nagy." Válasz: ez igaz, de a más tudományágak számára használható legtöbb elemirész-fizikai törvényt már negyedszázaddal ezelőtt felfedezték. Tudomásom szerint az új berendezésektől egyetlen olyan adat sem származott, amely alapvetően hasznos volna más tudományágak számára. Nem tartom valószínűnek, hogy ez a helyzet megváltozik.

A gyakorlati fizika, kémia és a mindennapi élet minden jelensége csak a speciális relativisztikus kvantummechanika és a legegyszerűbb kvantum-elektrodinamika törvényeit foglalja magában. Ezt az elméletet Dirac, Heitler és mások munkája tette teljessé az 1930-as évek közepén.

A csillagok belsejében végbemenő magreakciók felfedezése és a nukleáris energia felhasználása több új fogalmat vezetett be. A mag sem érthető meg Yukawa felfedezése nélkül, mely szerint a nukleonok közötti vonzóerőket egy részecske közvetíti. 1950-ben már tudták, hogy az a mezon.

Egyes berendezések /különösen a "mezongyárok"/ építését azzal indokolják, hogy a magfizikusok visszafoj-

tott lélegzettel várják a magerők alapvető elméletének megszületését. Tapasztalataim azt mutatják, hogy a valóság egészen más: egyes ember problémája mások számára nem az. Mint ahogy a kémia teljes kvantumelmélete értékes kísérlet, de nem kémia és a vegyészeket nem nagyon érdekli. Az általuk használt fogalomrendszer kitűnően megfelel abban a formában, ahogy van. Az a gyanúm, hogy ugyanez lenne a helyzet a magerők "igazi" mezonelméletével is.

2. "Bizonyos tekintetben az elemirész-fizika jellege sokkal alapvetőbb, mint bármi más - Weisskopf széles körben idézett cikke szerint - inkább intenzív mint extenzív". A szerző főképp azzal érvel, hogy "közvetve, vagy közvetlenül minden tudományos kutató alkalmazott elemirész-fizikus, mivel minden anyagot elemi részek alkotnak."

Erre az állításra választ az a tény ad, hogy amikor az anyag bonyolultabb rendszereket alkot, megalkotja saját új törvényeit is. Egy triviális példa: a közgazdasági törvények és a közgazdaságtan vonzereje semmiképpen nem függ elemi részei /azaz az adott országban használt pénznem/ méretétől, színétől és alakjától. Weisskopf véleménye egy divatjamult tudomány-filozófián alapul; valójában minden művelésre érdemes tudomány - és majd mind az - "intenzív" a maga kategóriájában.

Thomas S. Kuhn tudománytörténész "A tudományos forradalom strukturája" c. munkájában sokkal jobban foglalkozott ezzel a kérdéssel, mint ahogy ez nekem sikerülhet.

Ugy vélem, a legtöbb tudománytörténész és filozófus egyetért abban, hogy minden tudomány releváns fejlődését lényegében belső fogalomstrukturája szabja meg. Kivülről jövő hatások sokkal gyakrabban okozzák egy új fogalomkör bevezetését, vagy egy kérdés új formában való felvetését, mint releváns információk vagy új berendezések. Pl. azok a fizikusok, akik sikereket értek el a biológia vagy a közgazdaság terén, ezt rendszerint éppen eltérő szemléletükből eredő meglátásaiknak köszönhetik.

Kuhn megfigyelései rendkívül fontosak egy olyan tudománystratégiai kérdés eldöntésénél, mint a miénk. Kimutatja, hogy a tudományos előrehaladás leggyakrabban forradalmi és nem az egyenletes fejlődés útján következik be. Minden forradalom nemcsak új tényeket és elméleteket foglal magába, hanem új elképzeléseket is arról, hogy mi nyilvánvaló és főképp mi a kérdéses. A forradalom után többé-kevésbé megváltozik az illető tudomány tárgyáról alkotott minden elképzelés. Az utolsó forradalmat a tudósok mindig "paradigma"-ként fogadják el, amely megmutatja, hogy a kérdéses tudományt hogyan kell hatékonyan művelni, hogy feltárják törvényeit. Ilyenfajta forradalmak minden tudományágban és minden időben előfordulnak.

Igy tekintve képtelen az a felfogás, hogy a tudomány hierarchikus. Az "alapvetőnek" tartott alap-tudományokban végbemenő fejlődés nem kapcsolódik szorosan a hozzá közelálló egyik tudomány fejlődéséhez sem. Gondoljunk csak arra, hogy mennyire nem függ össze a nagyenergiájú fizika bármely eredménye a biológia, pszichológia és a szociológia alapvető kérdéseivel.

3. "Ha az elemi részek fizikájával semmi jelentős eredményt nem értünk volna el, nem engedték volna, hogy ilyen sok pénzt költünk, ha a kutatások hatásaként nem jelentkezne egy sor rendkívül izgalmas frontáttörés".

Válaszom: született a részecskefizika kezdeti időszakában néhány izgalmas eredmény. A teljesítményráta azonban rohamosan csökkent: egyre kevesebb eredmény származott az egyre nagyobb energiájú berendezésektől. Sőt mi több - legalábbis az utóbbi időben - a jelentősebb eredmények /amelyek közül egynéhány kozmikus sugárzási vagy kisenergiájú fizikai kísérletekből, nem pedig nagyenergiájú berendezésekkel végrehajtott kísérletekből származott/ több kérdést vetnek fel, mint amennyire válaszolnak, vagy "a posteriori" nyilvánvalóknak látszanak.

Nem lehetetlen, hogy amit én a nagyenergiájú fizikáról leírtam, nem más, mint amit Kuhn "válságos helyzet"-nek nevezett: egy "forradalom" szükségességének a tudata. Még ha így van is, és a válság nem egyszerűen a rendkívül gyors kísérleti előrehaladás okozta emésztési zavar, akkor is kétségbe vonom, hogy a nagyobb berendezések építése a helyes válasz. A részecskefizika területén eddig is igazán sok előrelépés, sőt forradalom történt.

Vegyünk szemügyre ezek közül néhányat és nézzük meg, mennyire ujak ezek és milyen mértékben kapcsolódnak a legutóbbi évek nagy berendezéseihez. Az 1940-es évek végén a kvantum-elektrodinamika elérte jelenlegi formáját, a renormalizációs módszerek felhasználásával olyan /többnyire nagyon alacsony energiájú/ effektusok kiszámítására, mint a Lamb-eltolódás, meggyőzve ezzel mindannyiunkat, hogy a térelmélet valóság. Egy második forradalom volt a kölcsönhatások osztályozása erős, elektromágneses, gyenge és gravitációs kölcsönhatásokra, és annak a felismerése, hogy minden kölcsönhatás-fajtának más és más a szimmetriastrukturája. A korábban elfogadott paritás-szimmetriát a gyenge kölcsönhatás értelmezése megsérti, ahogy kozmikus sugárzási és korai nagy energiájú eredményekből gyanították is. Igazolni azonban kisebb energiájú kísérletekkel tudták: alacsony hőmérsékleten orientált magmomentumokat mágneses mezőben használva. Az utóbbi évek legfontosabb eredménye az idő megfordításakor fellépő variancia felfedezése, amely a középnehéz K-mezonokkal kapcsolatos, és két nemzedékkel ezelőtti berendezésekkel is elérhető lett volna.

A nagyenergiájú fizika számos eredményét elérhettük volna sokkal kisebb költséggel, sokat nagyberendezések nélkül is. Sokatmondó tény, hogy ma már igen nagy azoknak a kísérleti eredményeknek a száma, amelyek vagy tévuttra vezetnek elméleteket, vagy mai fogalmaink szerint semmitmondók. Ez szerintem világosan arra vall, hogy az elfogadott megközelítés nem teljesen kielégítő.

Tekintve, hogy éppen elég példa van rá, hivatkozhatnánk a következő történelmi tanulságra: nem biztos, hogy a standard irányba való fantáziátlan továbbhaladás a legjobb megközelítése a dolgoknak és még csak nem is valószínű, hogy elvezet a gondolatoknak ahhoz a forradalmához, amit mindenki vár. Amikor megvoltak már a legegyszerűbb elemek szinképei és az osztályozás alapelvei, a kvantumelméletet nem az atomspektroszkópia fedte fel számunkra. "Ptolemaioszi" módszerekkel a számítások óriási tömege sem vezetett volna el a kopernikuszi csillagászhathoz. Állítom - és azt hiszem, ebben a tudománybölcsélet szakemberei egyetértenek velem -, hogy ha egyszer olyan pontra érkeztünk el, ahol az alapjaiban homályos jelenségek egész sorával találkozunk, mindig teljes koncepcionális és nem tárgyi felülvizsgálatra van szükség.

4. "Egészen bizonyos, hogy a szuperköltséges berendezések következő nemzedéke választ ad egy sor nagyon fontos kérdésre."

Válaszom: éppen ellenkezőleg. Amit mondhatunk ma az, hogy igen sokféle részecskét és rezonanciát találtunk. Minden arra vall, hogy a részecskék más részecskékből /"kvarkokból"/ vannak összeállítva, amelyeket valószínűleg jelenlegi lehetőségeinket meghaladó energiák tartanak össze. Még ezek a rezonanciák is előreláthatólag elmosódnak azonban a következő energiatartományban, s egy olyan viselkedés foglalja el a helyüket, amelyről csak a legderülátóbb elméleti fizikus tételezheti fel, hogy bármilyen értelemben is a "végső", vagy "aszimptotikus". Más szóval: a jelenlegi kísérletektől sem várhatunk semmiféle minőségi továbbhaladást, hiszen már eddig is a nem megemésztett tények széles körével és jelenlegi megközelítési módunk helyességét illetően mély nyugtalansággal ajándékoztak meg bennünket. Minden arra vall, hogy a következő lépés egy koncepcionális forradalom, és nincs okunk feltételezni, hogy további eredmények hamarabb elvezetnek ehhez, mint az eddigiek. Milyen

költségesen kell a kísérletnek az elmélet előtt futnia ahhoz, hogy lassítani kezdjünk?

A fenti érvelés tehát arra enged következtetni, hogy az olyan berendezésbe befektetett pénz és szellemi energia, mint pl. a Batavia-gyorsító, könnyen veszendőbe mehet. Nem ezek az első költséges kísérletek, amelyek nem sok sikert ígérnek. Ma viszont kétszeresen veszélyesek, mert miattuk más, sokat ígérő kutatásokat leállítanak. Meg kell állapítanunk egy határt, amin csak akkor lépnénk túl, ha egyes feltételek teljesülnek, pl. hogy kipróbálnak egy ígéretes ellenjavaslatot is, /mint ahogy kellett volna az antiproton "felfedezése"-nél, vagy a szabad neutrínók utáni kutatásnál/; vagy hogy valamilyen meggyőző hipotézist állítanak fel a kísérletről várható új tudományos felismerésekre. Csupán azért folytatni kutatást, mert elvégezhető: lehet, de nem azt, amelyiknek más éppen annyira ígéretes kutatások leállítása a feltétele.

Dyson már rámutatott, hogy valóban új jelenségek nagyenergiákon leginkább a kozmikus sugarak útján várhatók, amelyek a múltban is igen jó szolgálatokat tettek nekünk. Az előttünk álló feladatok nagy többségét megoldhatjuk jelenlegi berendezéseinkkel is. Mielőtt tovább lépnénk, biztosak kell legyünk abban, hogy a rendelkezésre álló energiatartományban mindazt, amit az eredeti és fantázia-dus gondolkodás nyújthat, felhasználtuk. Én bizonyos jelekből úgy érzem, hogy éppen ellenkezőleg, a nagyenergiájú kísérleti fizikusok alighanem egy nagyon hatékony szervezeti dinamikát bontakoztatnak ki, de csak egy és csakis egy kanonikus megközelítési típus alkalmazása esetére.

Még inkább kérdéses a "melléktermékek" területe, amelyek

- oktatási,
- elméleti és
- technológiai téren jelentkeznek.

- a/ Közülük legalább kettőről elmondható, hogy sokkal hatékonyabb volna, ha az erőfeszítés közvetlenül a kívánt célra irányulna. Nem értek egyet azzal a gondolattal, hogy ha valakit a nagyenergiájú fizika bonyolult technikájára képezünk ki, akkor ezáltal más tudományok területén használhatóbb lesz, mintha annak bonyolult technikájára képeztük volna ki. Kivált, ha figyelembe veszem, hogy milyen sok fiatal elméleti elemirész-fizikust láttam, akiknek a más tudományra való átállás nehézségeket okozott. Aki egyetért Kuhn-nal abban, hogy a különböző tudományok fogalmi strukturái kiindulási alapjukat tekintve összeegyeztethetetlenek, az nem lepődik meg ezen. A nagyenergiájú fizika több eredeti gondolkodású, kiváló embert vonzott, mint más tudományok. Ebből azután arra következtek, hogy a nagyenergiájú fizikus képzettsége valamiképpen felsőbbrendű. Én ezt nem tapasztaltam.
- b/ Az elméleti melléktermékek oldaláról mivel magam is gyakori kölcsönzője vagyok nagyenergiás kollégáim elméleti ötleteinek, álláspontom támadható. Bár az olyan - nem is kevés - ember, mint Feynman, Dyson vagy Landau, aki egyik lábával az egyik, másik lábával a másik táborban állt, javamra billenti a mérleget. De mint előbb már említettem: nem azt kívánom, hogy hagyjunk fel a nagyenergiájú elmélettel, hanem csak azt, hogy lassítsuk az iramot a már meglévő igazi problémák elleni, szélesebb arcvonalra kiterjedő támadás érdekében.
- c/ A "technológiai melléktermékek" kifejezést mérnököknek vagy szilárdtestfizikusoknak említeni azzal a kockázattal jár, hogy gutaütést kapnak. Egyáltalán nem hiszik, hogy a technológia fejlesztésének elfogadható módja volna, hogy a költségvetésükből vonjanak le x millió dollárt, aminek egy részét mondjuk szupravezető lineáris gyorsítóra költik, ahelyett, hogy közvetlenül költenék szupravezető generátorokra és energiavezetőre. Mi úgy érez-

zük, hogy ha a mienk lenne az az x millió dollár, a szupravezetés olyan technológiai alkalmazásait talál-
nánk meg, amelyek valóságos gazdasági szükségletek-
hez kapcsolódnának. Technológiai szempontból akár
az űrprogram is jobb befektetés.

Befejezésként hadd ismételjem meg központi érveimet:
a tudományok autonómok, nem hierarchikusak, és nincs igazi
mentség egy nem különösképpen életképes vagy sikeres tudom-
ány aránytalanul nagy gazdasági és szellemi támogatására.
Sőt mi több, a tudománytörténet által bizonyítottak látjuk,
hogy nem a legjobb út még magának a nagyenergiájú fizika
tudományos problémáinak a megoldására sem az ilyen támoga-
tás.

Mit kell hát tennünk?

Nem arra biztatok, hogy hagyjunk fel a munkával ezen
a területen, csak azt a feltevést támadom, hogy a feleletet
a következő energiadekád után találjuk meg, és mindössze
további egy milliárd dollárt kell elkölteni. Ehelyett azt
tanácsolom, hogy mind az elméleti,
mind a kísérleti fizikusok
máris bámulatosan rugalmas
szellemüket tovább szélesít-
sék; tartsák nyitva szemüket
az új tények észlelése, de
ami még fontosabb: a régi
tények közötti új kapcsolatok
felismerése céljából; és lás-
sák be, hogy a gondolatok és
a kísérletek bármekkora meny-
nyisége sem hozott soha lét-
re a meglévő vágányokon ha-
ladva új szempontot, amire
pedig egészen világos, hogy
szükségünk volna.

Egyszerűen nem tudhatjuk, hogy egy valóban fontos eredmény milyen energiatartományban és milyen köntösben jelentkezik majd. Az eszelősök és a dilettánsok ne vegyék ezt bátorításnak arra, hogy félreismert lángésznek tartsák magukat, minthogy igaza volt annak, aki azt mondta: sok eszelőssel az a baj, hogy lényegesen kisebb a képzelőereje, mint ahogy ez az irodalomból kitűnik. Magam is tulságosan sok olyan embert láttam, akik csak diagramokban vagy szóráselméletben tudnak gondolkodni és híján vannak más tudományok legelemibb fogalmainak is. Érzem, hogy a nagyenergiák fizikájában egy Kuhn értelmében vett új paradigma alakult ki és fejti ki konzervatív hatásait.

Vállalom a kockázatot, hogy szavaimmal clybá tűnök, mint az az ember, aki 1900-ban a fizika kimulását jövendőltette. Emlékeztetem azonban Önöket, hogy tökéletesen igaza lett: amit ő fizikán értett, az meghalt. Nekünk valamenynyünknek is el kell készülnünk arra, hogy amit ma fizikán értünk, néhány évtized múltán értelmetlenné válik. Fogadni mernék, hogy akkorra meglehetősen mellékes lesz az egyre nagyobb energiákért folyó verseny.

1/ Megjegyzés

Nemrég kezembe került egy, az Egyesült Királyságra vonatkozó statisztika. Valószínűleg helytálló, mivel az Egyesült Királyságban az ipartól igen csekély támogatást kap a tudományos kutatás /a fejlesztéshez viszonyítva/, és a nagy állami laboratóriumokban folyó tiszta fizikai kutatás támogatása is lassanként megszűnik /sosem volt túl nagy/. Nem tükrözi a teljes ráfordítást, de bizonyosan legnagyobb részét, és joggal hihetjük, hogy a többi források is a Science Research Counciltől származó támogatás arányában oszlanak el. A táblázat időben megelőzi a CERN-hez való csatlakozásról szóló döntést, és ezért még a régi állapotot mutatja be. Azokban a kisebb országokban /pl. a skandináv államok, Svájc/, ahol lépést akarnak tartani a nagyenergiájú fizikával, a helyzet ennek megfelelően még egyoldalúbb.

Egyesült Királyság "Science Research Council" pénzalap, 1967-68.

1. Nagyenergiájú és magfizika összesen

38,78 millió US \$

2. Csillagászat és űrkutatás összesen

19,81 millió US \$

3. Összes többi /nem orvosi/ tudományok

15,63 millió US \$

Egyszerűen nem tudhatjuk, hogy egy valóban fontos eredmény milyen energiát. Jonsen L. és milyen

FIZIKUS-TULTERMELÉS AZ USÁBAN: EURÓPÁNAK EBBŐL TANULNIA KELL!

More Physicists than Jobs in the USA:

A Lesson for Europe

Europhysics News

1971. aug./szept.

2.évf. 6.sz.

1-3 old.

E cikk célja, hogy elemezze az Egyesült Államokban előállott helyzetet és ezzel felhívja a figyelmet a növekvő válságra, az Economics Concerns Committee of the American Physical Society elnökének, L. Grodzinsnak /MIT/ az American Physical Society Bulletinjében 1971. júniusában megjelent "Munkaerőválság a fizika területén" c. beszámolója alapján. Az 1970. júniusában alakított bizottság feladatául azt tűzték ki, hogy "megvizsgálja, hogyan tud és hogyan kellene segítenie az American Physical Society tagjainak az előállott helyzetben, valamint ennek milyen következményei vannak a hivatásunkkal kapcsolatos hosszútávú politikára". Joggal tehetjük fel a kérdést, hogy a European Physical Society miért nem tesz hasonló erőfeszítéseket.

A csökkenő állami támogatás és a gazdasági visszaesés hatására az elmúlt három év alatt az alapkutatás területén súlyos munkaerőválság állott be az USA-ban. Teljes kutatási programokat függesztenek fel és egész laboratóriumokat zárnak be. Bár az ebből eredő problémák az USA fizikus társadalmát valószínűleg nem érintik olyan súlyosan, mint más szakmákban, például a kémia területén, fenyeget az a veszély, hogy a hosszú évek során nagy költséggel képzett fizikusok pályájukon zátonyra jutnak.

Nyugat-Európában is mutatkoznak hasonló jelek. Mostanában sokkal nehezebben talál egy doktorált /Ph.D./ fizikus megfelelő állást, mint néhány évvel ezelőtt. A European Physical Society feladata kellene legyen, hogy addig, amíg lehetetlen megjósolni, hogy milyen mértékben terjednek át Európára az amerikai fejlemények, figyelemmel kísérje az új helyzetet.

Az amerikai viszonyok nem csak közvetve érintenek bennünket. A lehetőségek hiánya arra kényszeríti az ottani fizikusokat, hogy Nyugat-Európában keressenek maguknak ideiglenes vagy állandó állást.

Intézeteink igazgatóinak figyelmét már felkeltette az amerikai fizikusoktól érkező álláskérelmek hirtelen megnövekedése. Talán egy fordított "brain drain" kezdődik most, ami arányaiban nem lesz kisebb, mint amelytől Európa szenvedett az elmúlt évtizedek alatt.

1967-ben, az amerikai fizika utolsó "gazdag" évében a doktori fokozattal rendelkezőknél kb. 10%-os munkaerőmozgás volt, míg az új doktorok révén kb. csak 8% növekedést tapasztaltak 200.000 körüli összlétszám mellett.

Az igényeket nem elégítette ki az egyetemeken képzett fizikus-mennyiség. A hiány pótlására külföldről és más tudományterületekről kb. 160 új Ph.D. áramlott át, folytatva a legalább 1930 óta tartó brain drain-t. /Becs-

lések szerint 1930-tól napjainkig az USA-ban több mint 5000 egyetemi doktor "szivódott" fizikusi pályára más területekről és külföldről/.

Először 1968-ban csökkent az alap és az alkalmazot fizikai kutatásoknak nyújtott állami támogatás, és a csökkenés azóta is folyamatos. A beszámoló összehasonlítja az elhelyezkedési lehetőségek 1967. és 1970. évi helyzetét. A különbség megrázó: legalább ezerrel kevesebb állás állt rendelkezésre 1970-ben mint 1967-ben, holott 20%-kal nagyobb létszám végzett az egyetemeken. 1970-ben összesen 300 állás volt időlegesen betöltetlen a fizika területén, melyből 200 nyugdíjazás, illetve elhalálozás miatt vált szabaddá. Az iparban nagyjából ugyanez volt a helyzet: 1968 és 1970 között felére csökkent az új alkalmaztatások száma. A munkahelyi vándorlást is beleértve 3000 egyetemi doktor részére 2000 állás állt rendelkezésre. Körülbelül 1100 új egyetemi doktor talált elfogadható elhelyezkedést, 400 nem; a nagy gyakorlattal rendelkező egyetemi doktorok közül pedig csak 900-nak sikerült elfogadható új álláshoz jutnia.

Igy, az 1967-es évre jellemző fizikusdoktor-hiány helyett 1970-ben a végzettek számával csaknem egyező termelés állt elő. A Bizottság rámutat, hogy azok a fizikusok, akik foglalkozásuk elhagyására kényszerültek, nemzedékük legtehetségesebbjei közé tartoznak.

"Ha az alapkutatás nem tér vissza a fejlődés törvényszerű mértékéhez, rövidesen azért kell küzdőnünk, hogy az évtizedek alatt több százezer dolláros költséggel egyetemeken képzett fizikusok pályája nehogy csődbe torkolljon; hogy ne zárjanak be olyan laboratóriumokat, melyek létrehozása évekig tartott; és nehogy felfüggeszsenek a jövőnk szempontjából igen lényeges kutatásokat."

Az elmúlt 12 év alatt a fizikusképzés 9,5%-kal emelkedett évente, ami valamivel kevesebb, mint a természettu-

domány átlagos 10,5%-a és alig több, mint az 1920 és 1942 között mutatkozó 8%-os növekedés. Tehát nem a doktorátussal rendelkező fizikusok számának aránytalan növekedése az oka a fizika terén előállott munkaerőválságnak.

A beszámoló megállapítja, hogy a kezdő egyetemi doktorok 1970-ben valamivel könnyebben találtak állást, mint sokkal nagyobb tapasztalattal rendelkező kollégáik. Egy kezdő egyetemi doktor előnyben van: mozgékony, kevesebb pénzért dolgozik és kiegészíthet egy meglévő munkacsoportot, mint legfiatalabb tag. A legtöbb esetben befolyásosabb professzora, tanszéke és szakmai egyesületei keresnek neki állást. Kevésbé szerencsés a gyakorlattal rendelkező egyetemi doktorok helyzete, akik közül sokan számítanak arra, hogy pár éven belül új állást kell keresniük és így érzékenyebben érintik őket a munkaerőhelyzet változásai. Annak ellenére, hogy esetleg olyan egyetemi állást töltöttek be, amely előbb-utóbb végleges vagy átmeneti kinevezéssel járt volna, a gazdasági hanyatlás és a kutatási alapok megnyírbálása következtében sok ilyen állást nem ujitottak meg. Ugy egyetemi docenseknek és adjunktusoknak, mint állami laboratóriumokban /Brookhaven, Oak Ridge, Argonne stb./ dolgozó fizikusoknak kellett emiatt új állás után néznie 1970-ben.

1970. novemberében az American Institute of Physics /AIP/ kérdőívvel fordult azokhoz a nagy gyakorlattal rendelkező fizikusokhoz, akik azévben keresték meg az AIP Elhelyezési Szolgálatát. Kétszázketten válaszoltak. A válaszolók 60 százaléka közölte csak, hogy fizikusi képzettségének megfelelő állása van, 32% nem tudja ismereteit felhasználni, 7% egyáltalán nem a képzettségének megfelelő állásban dolgozik. Az új állást kereső, gyakorlattal rendelkező egyetemi doktorok közel 40%-a 1970-ben elhagyta a fizika szakterületét.

Az Egyesült Államokbeli munkaerő-válság egyik eredménye, hogy mind több amerikai fizikus keres külföldön

állást. A beszámoló megemlíti, hogy 1970-ben a frissen végzett fizikusok 14%-a - fele USA állampolgár - elhagyta az országot; közülük 55% Nyugat-Európába ment, ezek 2/3-a amerikai. Így az 1970-ben fizikusi diplomával végzett amerikai állampolgárok közül 6% Európában helyezkedett el. Számuk megközelíti a 100-at, mely egy nagyságrenddel nagyobb, mint a válságot megelőző időkben. Ha Európában nagy lenne a fizikusok iránti kereslet, a dolog nem okozna problémát. Ellenkezőleg, Európa megszüntethetné a szakemberhiányt, melytől az elmúlt évtizedekben szenvedett. A helyzet azonban egészen más. A legtöbb nyugat-európai országban a kutatások finanszírozásában megjelent korlátozó intézkedések - az amerikai mintát követve - szigorúan határt szabnak annak a lehetőségnek, hogy Európa felszívja a tengeren túli fölösleget.

A válság pillanatnyi helyzeténél sokkal fontosabb kérdés a folyamat dinamikája. A bizottság szerint az USA-ban 1500 egyetemi doktor hagyta el a fizika területét.

"A helyzet csak rosszabbodik; egyre több fizikus távozik külföldre, keres más szakterületet, vagy marad állás nélkül. Az 1967-es évre jellemző hiány után most jelentős túltermeléssel állunk szemben. Ez a váratlan fordulat nem következett be természetszerűleg és sok akadály van annak, hogy a jövőbe lássunk. Nem tudjuk, hogy milyen átütő eredmények születnek még a fúziós reaktor, vagy a laser alkalmazásaiban, amelyek esetleg komoly fizikus létszámot tesznek szükségessé. Nem tudjuk, hogy növekedni, vagy csökkenni fog a kiábrándulás a tudományból. Nem tudjuk még, hogyan fognak a társadalmi szükségletek változni és nem ismerjük a fizika szerepét az esetleg megváltozó szükségletek kielégítésében. Előrejelzéseket azonban tehetünk, melyek tervezésünk és tevékenységünk alapjai lehetnek.

Először is: egyensúly a diákok képzése, törekvései és a felmerülő lehetőségek között a következő néhány évben sem lesz. Ezt az ellentmondást és a vele járó problémákat korábban is előre lehetett volna látni. Tudhattuk volna, hogy 1970-ben az egyetemi doktorok kb. 40%-a fog az elemirész- és magfizikából disszertációt készíteni. Jelenleg kb. 1500 egyetemi doktor elemirész-fizikával és 2000 atomfizikával foglalkozik. Egyik terület sem nőtt jelentősen az elmúlt néhány év alatt.

A magfizikának közvetlen kapcsolata van a szilárdtestfizikával, az orvosi fizikával, a nukleáris energiával és így több lehetőséggel szolgál művelőinek, de az biztos, hogy 15 %-os növekedés /fele elméleti téren/ túl sok. Számításba kell vennünk azt is, hogy az egyetemek új gyorsítói a magfizika szakos hallgatók számának növekedését eredményezik.

Az elemirész-fizika területén - legalábbis a közeljövőben - nem nő a fizikusok száma. Mégis, a jelenlegi elemirész-szakos hallgatók száma /több mint ezren vannak már túl az egyetem első évén/ hosszú időre egyre újabb diplomások kikerülését jelenti. Legalább 75, de lehet, hogy több mint 90 százalékuknak valószínűleg szakterületükön kívül kell állást keresniük. Jelenleg az egyetemi diplomás fizikusok 40%-a a fizikai tanszékeken dolgozik. Ha más foglalkoztató helyek igényei is csak ugyanolyan arányban nőnek, mint a fizikai karoké, akkor évente 800-1200 új egyetemi doktorra lesz szükség ezen a területen, amely a lemorzsolódással együtt a 70-es években legfeljebb évi 1400 egyetemi doktor képzését teszi szükségessé. Minden olvasó saját maga felbecsülheti, hogy mennyi fizikusra lesz szükség a jövőben. A fizikus társadalomnak hosszú évekig, talán ebben az egész évtizedben

a képzés és a szükséglet közti egyensúly hiánya ellen és a megfelelő állásokért kell küzdenie".

Az APS bizottság beszámolója végezetül javaslatokat tesz a fizikusok álláshelyzetében fennálló nyomás enyhítésére. A megoldások nem hosszú távra, csak a közeljövőre vonatkoznak. Megemlítünk közülük néhányat:

1. Új lehetőségeket kell találni a fizikusok számára, részmegoldások is hatásosak lehetnek, mivel a válság csak viszonylag kevés embert érint.

"Ha pl. további nagy kórházaink is alkalmaznának egy-két fizikust /sok kórház állományában már van fizikus/, ha minden nagy középiskola felvenne fizikust tudományos tanácsadóként; ha a főiskolák felismernék, hogy így lesz magas színvonalu az oktatás; ha csak részben is, de megvalósul az a lehetőség, hogy a tudomány közvetlenül a társadalmi igényeket elégítse ki; ha ezek közül csak néhány ut nyílik meg, ez a pillanatnyi válságot nagy mértékben csökkentené."

2. A 70-es években az egyetemi doktorátussal rendelkező fizikusok nagyobb részét oktatási intézményeken kívül kell elhelyezni. Támogatni kell minden olyan elképzelést, amely növeli az ipar fizikusok iránti igényét.
3. Létre kell hozni egy Nemzeti Elhelyezési Szolgálatot, amelyben egy központi szerv irányítása alatt minden szakterületnek lenne képviselője.
4. A tanszékeket és a hallgatókat a lehető leggyorsabban és legalaposabban tájékoztatni kell az előállott helyzetről.
5. A fizikai tanszékeknek meg kell szigorítaniuk az egyetemi doktorokkal szemben támasztott követelményeket.

- 25 -

Meg kell állapítaniuk, hogy

"hallgatóiknak megvan-e a tehetségük, képzettségük és szellemi beállítottságuk a fizikusi pályához, figyelembe véve a csökkenő elhelyezkedési lehetőségeket."

6. A kevés elhelyezkedési lehetőséggel rendelkező pályánál felül kell vizsgálni az oktatási terveket.
7. Csökkenteni kell azoknak a területeknek a hallgatókra gyakorolt anyagi vonzását, melyeken kicsi az elhelyezkedési lehetőség.
8. A tudományos pályára készülő hallgatók nemzeti ösztöndíjára vonatkozó elképzeléseket minden eszközzel támogatni kell.
9. "...A kristálygömbbe nézünk és bizonytalan időre, évekre előre látunk... Lesz újra szükség fizikusokra úgy, mint ahogy a múltban volt. Csakhogy nem tudjuk megjósolni, melyik terület, vagy részterület lesz gyümölcsöző... A jelenlegi helyzet ismertetése mellett adjunk tanácsot is a hallgatóknak: az alapokban szerezzenek biztos felkészültséget, tegyenek szert átfogó szemléletre és széles látókörre. Ugy érezzük, hogy az ilyen alapokon történő fizikusképzés - bármilyen szűk legyen is annak tételes tematikája - jobban felkészíti majd a hallgatókat az előttük álló fizikusi pályára, mint bármely más képzési mód."

A beszámoló, melyből ilyen hosszan idéztünk, egyértelműen kijelenti, hogy az Egyesült Államokban a "fizikusok munkaerő-helyzete ijesztő". Ha ugyanez történne Európában is, a helyzet minden valószínűség szerint sokkal súlyosabbá válna. Az amerikai fizikusokat általában nagyfoku vitalitás és

mobilitás jellemzi; olyan gazdasági rendszerben élnek, ahol nagyon szoros a verseny és ezért rendszerint nem háborognak, hogy pl. Maine-ből Californiába költözzenek, ha ott jobbak az álláslehetőségek. A fizikai kérdéseket sokkal inkább problémamegoldás formájában közelítik meg, mint európai fizikus kollégáik. Ezeket a jellemzőket hasznosítani lehet a jelenlegi válság csökkentésében.

Van a fizikában egy egészséges törekvés arra, hogy kiterjesszék korunk kulturájában betöltött szerepét. Erőfeszítéseket tesznek annak érdekében, hogy hatékonyabban ismertessék a laikus közvéleménnyel a fizikusi tevékenységet, a fizika tárgyát. Ennek a megváltozott magatartásnak az illusztrálására idézünk a Chicago Tribune Magazine 1971. június 6-i számában megjelent cikkből, melynek tárgya a Batavia melletti új National Accelerator Laboratory:

"A fizikusok általában a tudomány arisztokratáinak tartották magukat. Csak megerősítette ezt a hitet a gyorsító létrehozását követelő társadalmi örület, mely öt évvel ezelőtt jelentkezett... A fizika tudományának célja végül is, hogy mindent megmagyarázzon a világegyetemben. "Istenei" a legjobb istenek voltak - Newton, Oppenheimer, Einstein, Fermi /akinek a nevét a hivatalos megnyitás után viseli majd a laboratórium/. A II. világháború utáni működésük pedig nemcsak a világ tudományára volt hatással, hanem az Egyesült Államok politikájára is... A fizikusok /mint ahogy minden mérnök és tudós is/ rémülten figyelték, amint a tudomány kívülállói - a politikusok - hidegvérrel megnyirbálták pénzügyi forrásaikat, korlátozták kutatási terveiket, leállították kísérleti berendezéseiket. A közvélemény alig értesül ezekről az eseményekről. Wilson bataviai laboratóriuma egyike a "tulélőknek", de még ennek a fejlesztése is késedelmet szenvedett. Ugy tűnik, hogy ennek hatására egyes fizikusok megváltoztak. A bataviaiak pl. órákon át eltűrik,

hogy egy laikus hivatásuk titkairól faggassa és olyan ostoba kérdésekkel ostromolja őket, amelyek-től néhány évvel ezelőtt még dühbe gurultak volna."

Ugyanebben a cikkben "Perry, a Proton", "Elektron Eddie", "Neutron Norton", "Nicolo Neutrino" és "Meson Molly" főszereplésével ismertetik a bataviai gyorsító munkáját népszerű formában.

Ezen tulmenően komolyabban foglalkoznak hivatásuk tartalmával is a fizikusok. Az American Association for the Advancement of Science 1970. decemberében Chicagóban megtartott ülésén az elnök, Glenn Seaborg beszédében a következőket mondta:

"Mi, a tudományos területek képviselői szeretnénk újra feltámasztani a tudomány csodáiról és szépségéről alkotott elképzeléseket - hiszen a tudomány érzelmi és szellemi erőfeszítés is -, és érdeklődést kelteni a természet titkainak megfejtése és az erőivel versenyre kelő munka iránt, melynek célja, hogy jobb körülményeket teremtsünk az ember és bolygó-ja számára."

Robert Wilson, a bataviai laboratórium igazgatója a Chicago Tribune Magazin előbb idézett cikkében hasonló hangnemben beszél a fizika szelleméről:

"A fizika ugyanannak az ellenállhatatlan felfedezési váagnak tükröződése, amely a föníciaiakat, a nyugatra induló amerikaikat, a holdutazókat, az 1971-es autóstopposokat és a négykézláb csuszkáló gyerekeket hajtja..."

Mi itt Európában aggodalommal, de elkeseredés nélkül figyelhetjük az amerikai színjátékot. Minden lehető-t meg kell azonban tennünk, hogy az európai fizikus társadal-mat felkészítsük az új helyzetre.

Gell-Mann M.

HOGYAN SEGÍTHETNEK IGAZÁN A TUDÓSOK?

How Scientists
Can Really Help
Physics Today
1971. május
23-25 old.

"Elsősorban szívvel végzett rendszerelem-
zés kifejlesztésére van szükség, azért,
hogy a társadalom a technika lehetséges
alternatívái közötti választásra támasz-
kodjék."

"...számomra két dolog elválaszthatatlan:
a természet szépségeinek szeretete és az
a vágy, hogy mind jobban feltárjam törvé-
nyeinek szimmetriáját és rejtelmeit."

Az anyag a California-i Egyetem Santa Barbara-i új fi-
zika-épülete megnyitásán elhangzott beszéd kivonata.

Gell-Mann, aki elemi részek előrejelzésében és elemi rendszerek szimmetriáinak feltárásában komoly hirnevet szerzett magának - jelenleg a Caltech elméleti fizika professzora - kifejti, hogy a tudomány és technika sokáig olyan eszközöket hozott létre, amelyek megkönnyítik az ember életét, felszabadítják a verejtkes munka, nehézségek, betegség és korai halál rabszolgasága alól, de a mára nem ez a jellemző.

- - - - -

- Gyakran éri támadás a legsikeresebb intézményeket az értelmiség és a képzett fiatalok részéről. A kutatók és mérnökök alkalmanként állás nélkül maradnak, kutatásra nehéz lehetőséget találni, és a kiemelkedő tehetségek sem törekednek már annyira ebbe az irányba.
- Az elmúlt másfél évtized gyors exponenciális fejlődésének kiegyenlítődése természetesen elkerülhetetlen. A tudomány fejlődésének S-görbét kellene leírnia - mint annyi más jelenségnek - amikor az exponenciális növekedés kezdi kimeríteni az anyagi forrásokat és tehetséges embereket. Most azonban ténylegesen nem is S-görbe jelentkezik, hanem egy csonkított S, ami hirtelen lapossá, sőt hanyatlóvá válik.
- A képzett emberek között a babona, az asztrológia iránti rendkívüli érdeklődés, a tenyérjósítás terjed, az ésszerűség egyre jobban visszaszorul, a műszaki és természettudományok köréből messze kikerülve.
- Rendezett tények és számok hatalmas özönét látjuk, amelyekben mintha nem is jelentkezne a közös vélemény, emberi érték.

- Az egyetemeken is tulteng a szük specializálódás, és a rettegés attól, hogy ha valaki saját szakterületén felülemelkedve más problémájához fűz megjegyzést, csalónak és szemtelennek nevezik.

Ez a korlátozott ésszerűség, amely áthatja a kor-
mányt, egyetemet, ipari és nemzeti, sőt nemzetközi életünk
más részeit, okozza az elégtelen ésszerűség hullámát. Fia-
talok, elfáradva a rosszul programozott számítógépek ural-
mától; felnőttek, akik rosszul programozott számítógépként
cselekednek: a tarokk-kártyához és sarlatánokhoz menekülnek.

Rendeltetésünk-e, hogy halálra préselődjünk a bü-
rokratikus automata-gépezet és a babona vagy őrzöngő misz-
tikum között?

Remélem nem, és azt hiszem, mindnyájunknak együtt
kell dolgoznia azon, hogy megerősítsük az emberi ésszerűség
állásait, egy olyan világ felé közeledve, amely az észre,
a természet törvényeinek megértésére, a felfedezés örömeire
épít, ünnepli a szigorú elemzés tárgyává nehezen tehető
természetes, emberi, szellemi értékeket, és amely mindeze-
ket összeegyezteti a jövő terveiben.

1. Olyan tevékenységekre van szükség, több szakterület
együttműködésével - beleértve a műszaki és természet-
tudományokat, társadalomtudományokat, jogot, gyógyásza-
tot, különböző szintű állami vezetést, kereskedelmet
és érintett tömegeket -, amelyek segítséget adnak ah-
hoz, hogy félelmetes technikai lehetőségeink széleskö-
rű felhasználására terveket dolgozzunk ki. Nemcsak ál-
talanban lehet erről beszélni, mert ha pl. a környezet
stratégiai tervezését tekintjük, figyelembe kell ven-
nünk az emberi és ipari tevékenység, a víz és levegő,
a Földünkön lévő élőlények, az emberi élet milyensége

közötti bonyolult kölcsönhatásokat olyan művelet ajánlásával, amely összeegyezteti a szűken értelmezett virágzást a minőséggel. A technika bonyolultsága megköveteli a rendszerelemzésnek nevezett valami használatát. Gondoljunk csak a gépjárműipar fejlődésének következményeként fellépő smogra, vagy a villamosenergia létrehozásának problémájára, ami még a smognál is bonyolultabb. Szükségünk van valami rendszerelemzésszerűre, de meg kell-e elégednünk azzal, ami most a rendszerelemzés tárgya lenne: olyan rendszerrel, amelyben az emberek személyzetté korlátozódnak és a munkaadók vad teremtményei; amelyben azok a helyek, ahol a szegény embereknek élniük kell, nyomornegyedekké válnak stb.? Minden nehezen mérhető nullának véve, az országutat építhetjük egyenesen környezetünkön vagy az erdőn keresztül, mert nincs megbízható mérőszáma annak a károsodásnak, amely elkerülése kiegyenlítené a költségnövekedést, ha az utat körben elvezetjük. A rendszerelemzést ezenkívül gyakran használják - demagóg módon - oktalan döntések jogosságának bizonyítására a nemzeti biztonság területén. Ehelyett szívvél végzett rendszerelemzésre van szükségünk, és a tudósok sok más emberrel együtt segíthetnek létrehozásában, hogy a társadalmat sokoldaluan lehessen ösztönözni a technika értelmes emberhez méltó használatára.

2. Akkor sem lenne szükség kevesebb alkalmazott tudományra, ha a technikai fejlődés szűkülő kup formán menne végbe. Mind több és több technikai és tudományos eredményre van szükség, hogy a lehetőségek gazdag étlapját nyujtsa, amiből a társadalom ki tudja választani a néhány izletes és tápláló ételt. Szeretném látni a polgári életben is azt, amiért a Pentagont olyan gyakran elítéljük, hogy a technikák széles választékát fejlesztik ki, és mielőtt az alapos vizsgálat alkalmatlannak találja, nagyrészt elvetik.

3. Ugy tűnik nekem, hogy a tudomány és technika jelenleg nincs kihasználva, ami a nagy szociális fontosságú közepes polgári feladatok széles változatát illeti, beleértve egészségügyi, szállítási, tüzmelőző rendszerek fejlesztését, gyártmányelemzést a fogyasztók védelmére, a szegények lakáshelyzetének megoldását, hatásos és udvarias rendőri szervezetet és még sok mást. E feladatok egyike sem olyan, mint embert küldeni a Holdra, mert többé-kevésbé mindegyiket szociális problémák, helyi törvények és szabályok, politikai konfliktusok és emberi érzések vagy preferenciák hatják át. Ugy gondolom, el lehetne kezdeni a tudomány és technika kihasználását - és ennek folyamán az interdiszciplináris együttműködés és emberi ésszerűség alkalmazását - e feladatok megoldása érdekében.
4. Ebben a pontban a tudományos eredmények terjedését gátló tájékoztatási, nyelvi, ismeretterjesztő problémákról szól. Az emberközpontu oktatás, tájékoztatás szükségességét hirdeti.
5. Utolsó pontként és zárszóként a kutatók és tudósok oktató és tudományos munkája lankadatlan folytatását kéri annak érdekében, amit a természet törvényei megértésében rejlő előnyök az ember jövője számára jelentenek.

A Tudományos-szervezési Tájékoztató 1971. 5. száma
tartalomjegyzéke

SZEMLE

A KUTATÁSI-FEJLESZTÉSI ERŐFORRÁSOK
EGYES PROGRAMOK KÖZÖTTI OPTIMÁLIS
ELOSZTÁSI MÓDJÁNAK KERESÉSE

Az optimalás problémája a kutatás-fejlesztésben - A programok kiválasztására ajánlott egyszerűbb módszerek - Egész értékű programozási próbálkozások.

683. oldal

MÓDSZEREK ÉS KISÉRLETI SZÁMITÁSOK A
KUTATÁSI-FEJLESZTÉSI RÁFORDÍTÁSOK,
TOVÁBBÁ A KUTATÓHELYI LÉTSZÁMOK
1971-1985 KÖZÖTTI ALAKULÁSÁNAK ELŐ-
REJELZÉSE

A K+F ráfordítások és a kutatóhelyi létszámok előrejelzésének helye az országos távlati tudományos kutatási terv rendszerében - A legfontosabb mérőszámok - A magyar kutatásstatisztika 1960-1970 közötti idősorából levonható legfontosabb következtetések - Alternatív hipotézisek és mutatók a következő 15 év fejlődésviszonyához - Ajánlások.

706. oldal

A TÁRSADALOMTUDOMÁNYOK FEJLŐDÉSÉT
ELŐSEGÍTŐ FELTÉTELEK

A fontosabb társadalomtudományi eredmények felismerésének kritériumai - Az eredmények megoszlása az egyes tudományterületek között - A kutatók életkora - Kvantitatív-e a nagy eredmények? - Az eredmények és a társadalmi gyakorlat, igények, konfliktusok összefüggése.

725. oldal

AZ ALKOTÓ SZELLEMI MUNKA VESZTESÉGFORRÁSAINAK ÉS HATÉKONYSÁGNÖVELESI LEHETŐSÉGEINEK FELMERÉSE

IV.: AZ ALKOTÓ SZELLEMI MUNKA VESZTESÉGFORRÁSAI A KÉPZÉSBEN, TOVÁBBKÉPZÉSBEN ÉS MINŐSÍTÉSBEN

Veszteségforrások az oktatási rendszerben - Veszteségforrások a munkahelyen - A kiválasztás, továbbképzés, minősítés követelményei más vizsgálatokkal szemben - A vizsgálat interdiszciplináris problémái.

747. oldal

TUDOMÁNPOLITIKA ÉS TUDOMÁNYOS KUTATÁS LATIN-AMERIKÁBAN

A tudományok tudománya Latin-Amerikában - A tudomány és technika jelenlegi helyzete Latin-Amerikában - Javaslatok Latin-Amerika tudományos fejlődése ütemének meggyorsítására - Eredmények a latin-amerikai országok tudománypolitikájában.

770. oldal

A KUTATÁS ÉS FEJLESZTÉS STRATÉGIÁJÁNAK KRITÉRIUMAI

A szelektív K+F-politika szükségessége - A K+F szelektív stratégiája megvalósításának lehetősége - A szelektálás technikája - A K.P.É. technika kombinatív faktora - A különféle "fák" előkészítése és jellemzése - Az ágazatok osztályozása - A termék hasznosságának értékelése.

790. oldal

FIGYELŐ

Kockázat a kutatásban és fejlesztésben

800.oldal

Az Urali Tudományos Központ

803.oldal

Szerződéses kutatás Nagy-Britanniában

804.oldal

Növekvő kutatási ráfordítások Japánban

805.oldal

A doktorrá avatás új rendje a Német Tudományos Akadémián

807.oldal

Kutatási ráfordítások az amerikai iparban

807.oldal

Dánia kutatási politikája

809.oldal

128. ut - Angliában?

810.oldal

Ortoli a francia kutatási politikáról

813.oldal

Növekvő kutatásintenzitás az NSZK-ban

816.oldal

Mennyibe kerül egy mérnök a Szovjetunióban?

817.oldal

Kanada tudománypolitikája

819.oldal

Milyen kutatást végezzenek a fejlődő országokban?

820.oldal

Az egyetemi kutatás feladatai az NDK-ban

822.oldal

Brain drain - ma

824.oldal

BIBLIOGRÁFIA

Szakirodalmi ismertetések

827.oldal

Válogatott bibliográfia a tudományos kutatás tervezésének, igazgatásának és szervezésének nemzetközi irodalmából

827.oldal

Bibliográfiai áttekintés a magyar tudományos szervezés újabb irodalmáról

869.oldal

TITKÁRSÁG

TUDOMÁNYOS

KFKI



TUDOMÁNSZERVEZÉSI

szemelvények, tanulmányok

HÁLÓMODELLEK AZ EGYÉNI KUTATÁSBAN

SEGÉDESZKÖZ A KUTATÁS TERVEZÉSÉHEZ

3

TUDOMÁNSZERVEZÉSI

szemelvények, tanulmányok

3.sz.

TARTALOM

| | |
|--|-----------|
| Hálómodellek az egyéni tudományos munkában | 3. oldal |
| A kutatástervezés egy lehetséges segédeszköze | 21. oldal |
| A TSzT 1972. 1.sz. tartalomjegyzéke | 32. oldal |

KFKI Tudományos Titkárság

- 1972 -

Nahamkin L.A. - Marjanavszkij I.M.

HÁLÓMODELLEK AZ EGYÉNI TUDOMÁNYOS MUNKÁBAN

Szetevüe modeli individualnüh
naucsnoiszsledovatel'nüh rabot
Vaproszű Pszichologii
1966. július - augusztus
12.évf. 4.sz.
54-64.o.

A cikk a tudományos alkotó munka grafikus modellezésével foglalkozik. A tárgyalt hálók az alkotás folyamatának vizsgálatára, kutatások tervezésére, felsőfoku tantervek kidolgozására, optimalizálására használhatók. Ezen modellek lehetőséget adnak a vizsgálatok, tervek mennyiségi elemzésére is.

A szerzők felhívják a figyelmet arra, hogy munkájuk - megírásának időszakában - még hipotetikus jellegű volt, különösen a logikai hálók ellenőrzésének stratégiájával kapcsolatos részek.

/Az anyagot adaptálva közöljük./

Megjelent még a Tudományszervezési Tájékoztatóban

/ lásd: 32.oldal /

Az elmúlt 20-25 év alatt a tudományos és műszaki problémák megoldásának feltételei lényegesen megváltoztak. A mára a nagy beruházások, a tömeg jelleg, bonyolult technikai eszközök, jelentős emberi és anyagi erőforrások felhasználása, a szervezeten belüli emberi kapcsolatok összetettsége jellemző. A megváltozott körülmények a tervezés és vezetés módszereiben is változást idéztek elő. Kialakult a bonyolult folyamatok modellezésének elmélete és sok módszere, közöttük a hálós tervezési és irányítási eljárások.

A hálós tervezési és irányítási módszerekben a modellezés eszköze a hálódiaagram. A hálódiaagram megszerkesztése előtt a szóbanforgó teljes folyamatot alapeseményekre és alaptevékenységekre bontjuk. Az esemény valamely tevékenység vagy tevékenységcsoport diszkrét kezdetét vagy befejezését jelenti. Zárt mértani idomokkal ábrázoljuk, amely belsejébe az eseményt jellemző információt írjuk. Egy tevékenység erőforrásokat: időt, pénzt, munkaerőt felhasználó művelet. A tevékenységeket a folyamat irányát jelölő nyilakkal ábrázoljuk. Alapvető műveleti szabály, hogy minden tevékenységnél az előző esemény jeléből indul ki, hegye pedig a következőnél végződik. Amikor egy program valamennyi tevékenységét és eseményét a megfelelő sorrendben és logikailag helyesen összekapcsoltuk, hálót kapunk eredményül. A háló a hálós irányítási rendszer alapvető tervezési dokumentuma.

A hálós módszereket eredetileg a rendkívül bonyolult műszaki rendszerek tervezésére, nagy feladatok végrehajtásának ellenőrzésére használták. Ma már sikerrel alkalmazák kisebb és nagyobb tudományos kutatások tervezése, irányítása és ellenőrzése céljára is. A hálós tervezés gyors

elterjedése azzal magyarázható, hogy tökéletes eszköze a korszerű gondolkodásszervezésnek. Így igaz, hiszen a hálós módszerek jelrendszere és számításai jól szemléltetik az áttekinthető világ, a környezet alá-, fölérendeltségi viszonyait, lehetővé teszik az események és tevékenységek sorában a szükséges vagy véletlen, a meghatározott vagy bizonytalan kapcsolatok kimutatását. Az alábbiakban az egyéni tudományos kutató munka néhány jellemzőjét fogjuk elemezni, és tárgyaljuk hálós tervezési módszerét.

A hálós tervezés első fázisa a struktúra-modell kidolgozása. A struktúra-modell a szóbanforgó folyamat komponenseinek grafikus ábrázolása, amelyet a műveletek strukturális alárendeltsége alapján végzünk. A struktúra-modell lényegében hierarchia ábra, vagy másnéven rendszerfa, amelynek szintjei nagy feladatok, programok esetén a szervezetek különböző szintjeinek felelnek meg. Az általunk ismert irodalom nem utal határozottan arra, hogy fel kell-e tüntetni az okozati kapcsolatokat a struktúra-modell elemei között, vagy hogy átlapolhatják-e egymást.

Nagy szervezetek munkája összehangolását célul kitűzve a struktúra-modellnek még csak olyan részletesen kell ábrázolnia a folyamatot, hogy a felelős végrehajtók feltüntethetők legyenek. Amikor a hálódiaagram részleteinek összeállítására, "összevarrására" kerül a sor, az események közötti logikai kapcsolatokat és időbeliségeket feltétlenül ki kell mutatni, tekintet nélkül arra, hogy ezek a struktúra-modellben szerepeltek vagy sem. A struktúra-modelltől ezen kívül azt is követeljük, hogy jól tükrözze a részfolyamatokat és a végeredményt.

Egyéni munkánál az egyes események felelős végrehajtója ugyanaz. A struktúra-modellnek ilyenkor csak az a rendeltetése, hogy a munka összetevőit és végeredményét megmu-

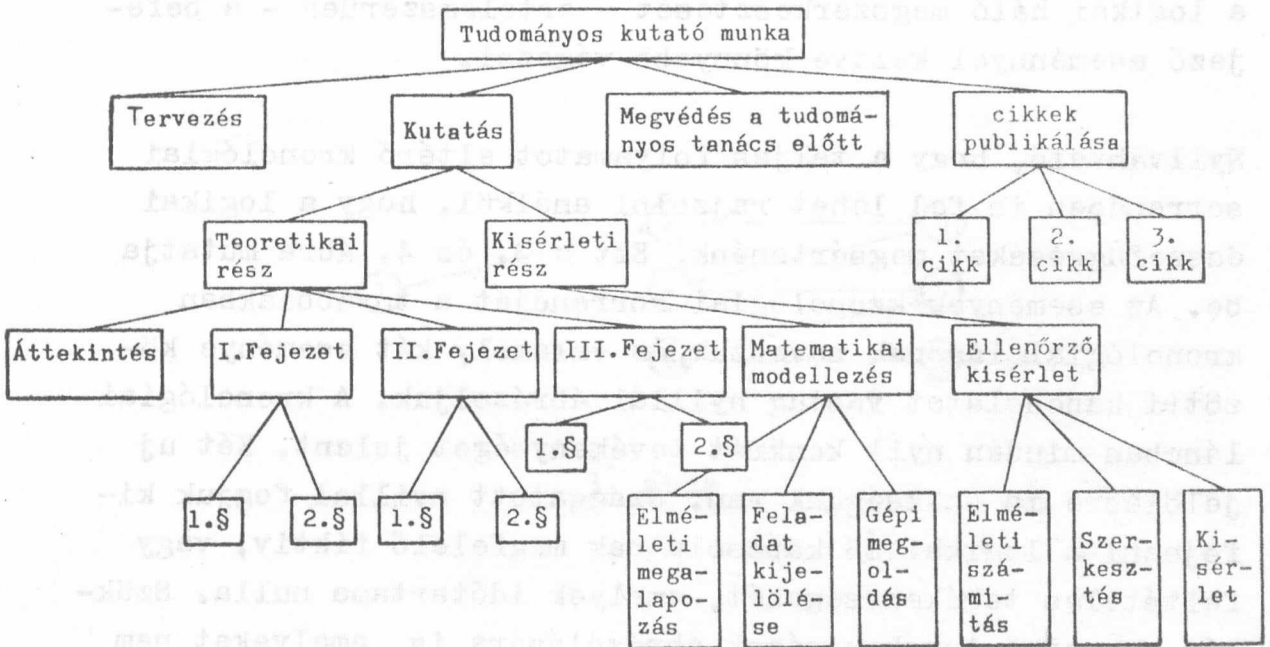
tassa. Az 1. ábra az egyéni tudományos kutató munka egy struktúra-modelljét mutatja.

A hálós tervezés általános módszerének megfelelően a struktúra-modellt a hálódiaagram megszerkesztése segédeszközeként használjuk fel. A hálós ábrázolás korábbi összefoglalójához annyit hozzá kell fűzni, hogy az eseményeket összekötő nyilak egyidejűleg jelzik a folyamatok irányát, az események közti logikai kapcsolatokat, és a kapcsolatok realizálásának módját, azaz a munkát. A háló elkészítésekor lényeges az erőforrások valósághű ismerete, mert csak akkor találunk lehetőséget a logikailag össze nem függő tevékenységek egymásutánja egyidejű, párhuzamos tevékenységgé formálására.

Az egyéni kutató munka annyiban tér el az előző bekezdésben vázoltaktól, hogy a kutató egyidejűleg csak egy tevékenységet tud folytatni. Ugyanakkor annak megválasztása, hogy az adott időpontban milyen munkát kell végezni, nem mindig egyértelmű. Ennek következtében az események tényleges kronológiai sorrendje, bár függ a logikai kapcsolatoktól, nem esik mindig egybe a logikai sorrenddel. Ez a szervezeti és az egyéni munka modellje közötti leglényegesebb különbség.

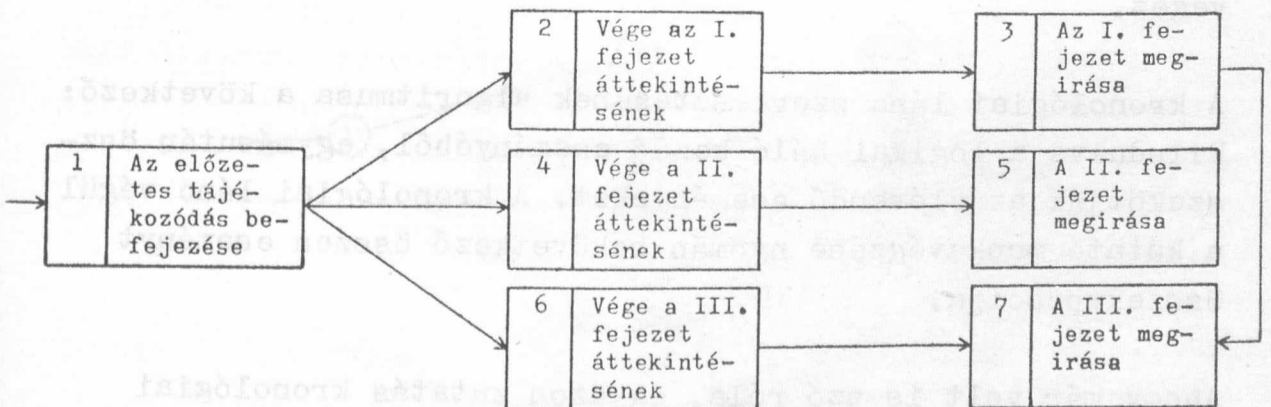
Az egyéni alkotó munka általunk javasolt modellezése a következőképpen történik. A kutatás minden eseményét jellemző szavakkal, kifejezésekkel írjuk le. Zárt geometriai elemekkel ábrázoljuk az egyes eseményeket és összekötjük őket a minimálisan szükséges logikai kapcsolatoknak megfelelő nyilakkal. Minden nyíl a megelőző eseményből indul ki és a rákövetkezőben végződik. Az így kapott ábra neve: logikai háló; a 2. ábrán láthatunk rá példát.

A 2. ábrán bemutatott logikai háló megszerkesztését a befejező eseménynél kezdtük. Erre a következő gondolatmenet ad magyarázatot. Mivel a 7. esemény bekövetkezésének előfeltétele a 3., 5. és 6. esemény megvalósulása; a 3. eseményre



1. ábra

Egy konkrét egyéni kutató munka struktúra-modellje



2. ábra

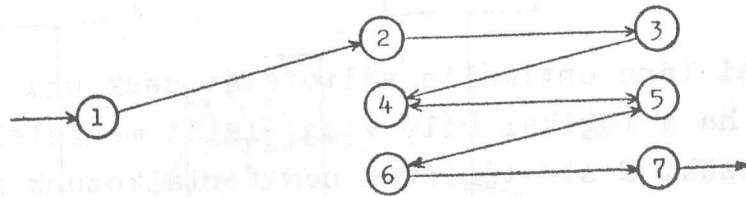
Részlet a logikai hálóból

pedig csak a 2. esemény lezajlása után kerülhet sor stb., a logikai háló megszerkesztését - értelemszerűen - a befejező eseménnyel kezdve könnyebb végezni.

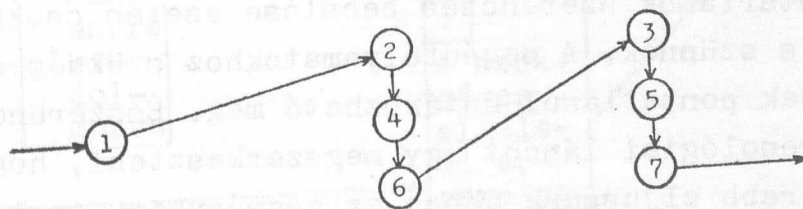
Nyilvánvaló, hogy a teljes folyamatot eltérő kronológiai sorrendben is fel lehet rajzolni anélkül, hogy a logikai összefüggéseket megsértenénk. Ezt a 3. és 4. ábra mutatja be. Az események kronológiai sorrendjét a továbbiakban kronológiai láncnak nevezzük, és valamely két eseménye közötti kapcsolatot vastag nyillal ábrázoljuk. A kronológiai láncban minden nyíl konkrét tevékenységet jelent. Két új jelölésre is szükségünk van. Szaggatott nyillal fogjuk kifejezni a logikai ÉS kapcsolatnak megfelelő fiktív, vagy feltételes tevékenységeket, amelyek időtartama nulla. Szükség van azon tevékenységek ábrázolására is, amelyeket nem a "fővállalkozó" végez. A helyzet ugyanis az, hogy minden tudományos kutató munka csak egyes fázisaiban lehet egyéni. Elkerülhetetlenül ott vannak az olyan segédfázisok, mint a kivitelezési munkák, mérőeszközök, berendezések készítése, publikálás, amelyek időtartama nem a kutatótól függ. Ezeket a kisegítő tevékenységeket vékony nyillal jelöljük. Kronológiai láncnak azonban továbbra is csak azon események és tevékenységek sorát nevezzük, amelyeket a "fővállalkozó" végez.

A kronológiai lánc szerkesztésének algoritmus a következő: kiindulva a logikai háló kezdő eseményéből, egymásután összekötjük az elérendő eseményeket. A kronológiai lánc végül a kutató munkavégzése nyomán bekövetkező összes eseményt összekapcsolja.

Ahogy már volt is szó róla, egyazon kutatás kronológiai lánc a több változatban is felrajzolható. Attól függően, hogy milyen sorrendben végezzük a szükséges műveleteket, az egyéni tudományos munka teljes időigénye más lesz, nem



3. ábra



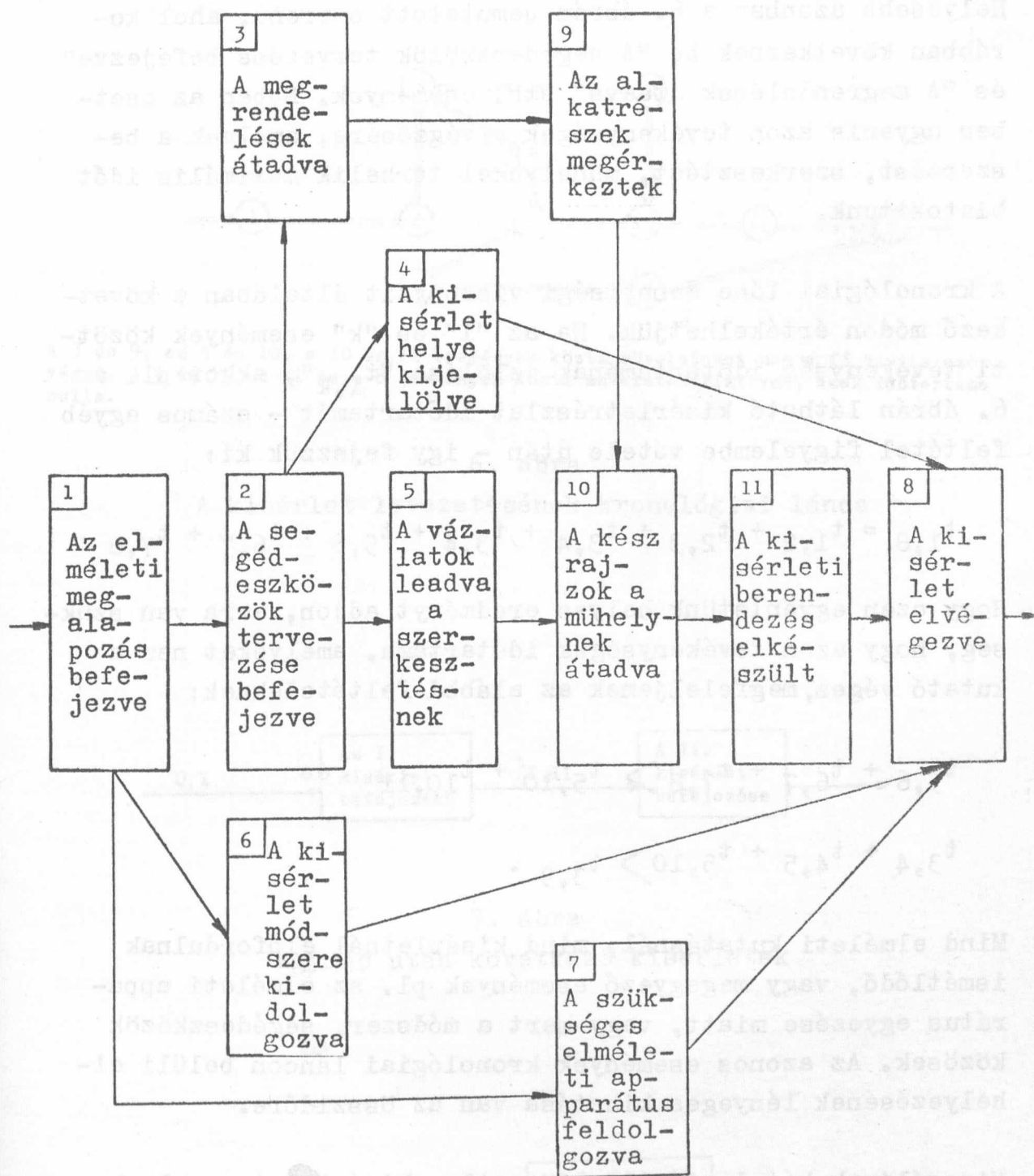
4. ábra

az egyes tevékenységekhez szükséges idő egyszerű összege. Elég annyi ennek magyarázataként, hogy egyrészt a folyamatban ismeretlen közreműködők vannak - még a legegényibb kutató munka sem teljesen egyéni-, másrészt az ember magasabb pszichikai funkciói /alkotó gondolkodás, emlékezés/ sem ideálisak.

A kronológiai lánc optimális változatát csak úgy tudjuk kiválasztani, ha a logikai háló vizsgálatát megfelelő stratégiával végezzük. E stratégiával nem foglalkozunk részletesen, csak néhány elemét tárgyaljuk. Kialakításának kérdései az alkotás pszichológiája vizsgálati körébe tartoznak, és a jelenleginél speciálisabb tárgyalást igényelnének. Eredeti célunknak megfelelően most csak megmutatjuk e stratégia néhány kizárólagosan pszichológiai vonatkozásáról, hogy matematikailag formalizálható és hálódigramban ábrázolható.

Említettük, hogy az egyéni tudományos kutató munka csak feltételesen tekinthető egyéninek. Mindig akadnak olyan segéd-folyamatok, amelyek időtartama esetleg egyáltalán nem függ a kutatótól. Ha az ilyen műveleteket a kronológiai láncba rossz helyen illesztjük, a kutató munkájában fennakadások következhetnek be. Arra kell törekednünk, hogy a segéd-folyamatokat a kutató munkával párhuzamosan állítsuk be; így a fennakadások az időtartamok szerencsés becslése esetén csökkennek, vagy meg is szűnnek. A segéd-folyamatokhoz szükséges idő előzetesen csak pontatlanul határozható meg. Ésszerűnek látszik ezért a kronológiai láncot úgy megszerkeszteni, hogy a lehető leghamarabb eljussunk ahhoz az eseményhez, amelynek bekövetkezése biztosítja ezen "kétséges" műveletek kezdetét.

Példaként elemezzük az 5. ábrán látható logikai hálót, amely egy nagyobb kísérlet hálójának kiragadott részlete. Az első esemény, "Az elméleti megalapozás befejezve" után áttérhetünk a hatossal jelölt "A kísérleti módszer kidolgozva" és a hetes "A szükséges elméleti apparátus feldolgozva" eseményre.



5. ábra

Logikai háló egy kísérlet levezetéséről

Helyesebb azonban a 6. ábrán bemutatott sorrend, ahol korábban következnek be "A segédeszközök tervezése befejezve" és "A megrendelések átadva" stb. események. Ebben az esetben ugyanis azon tevékenységek elvégzésére, amelyek a beszerzést, szerkesztést, műhelyeket terhelik maximális időt biztosítunk.

A kronológiai lánc mennyiségi viszonyait általában a következő módon értékelhetjük. Ha az "i" és "k" események közötti tevékenység időtartamának jelölése " $t_{i,k}$ ", akkor pl. a 6. ábrán látható kísérletrészlet időtartamát - számos egyéb feltétel figyelembe vétele után - így fejezzük ki:

$$t_{1,8} = t_{1,2} + t_{2,3} + t_{3,4} + t_{3,4} + t_{5,6} + t_{6,7} + t_{7,8} .$$

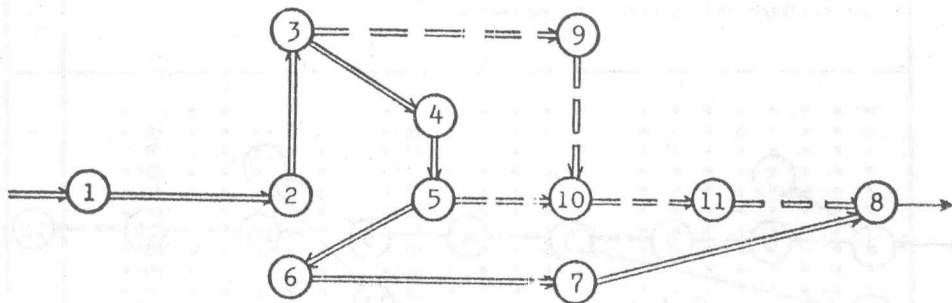
Hogy ezen egyenletünk helyes eredményt adjon, arra van szükség, hogy azon tevékenységek időtartama, amelyeket nem a kutató végez, megfeleljenek az alábbi feltételeknek:

$$t_{5,6} + t_{6,7} + t_{7,8} > t_{5,10} + t_{10,11} \quad \text{és}$$

$$t_{3,4} + t_{4,5} + t_{5,10} > t_{3,9} .$$

Mind elméleti kutatásnál, mind kísérletnél előfordulnak ismétlődő, vagy megegyező események pl. az elméleti apparátus egyezése miatt, vagy mert a módszer, segédeszközök közösek. Az azonos események kronológiai láncon belüli elhelyezésének lényeges kihatása van az összydőre.

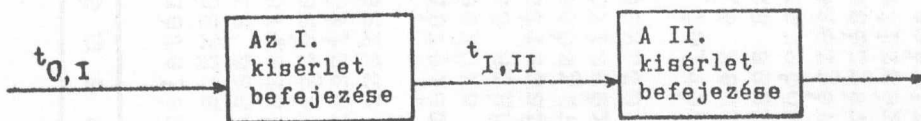
Vizsgáljunk két logikailag független kísérletet, amelyeknél az alkalmazott módszer, vagy a segédeszközök azonosak. Két eset lehetséges. A 7. ábrán az látható, amikor a kísérleteket egymást követően, a 8. ábrán, amikor összevonva végezzük. A 9. és 10. ábra mutatja a két változat kronológiai láncát a kísérletek strukturájának részletes feltárása után.



A 3 és 9, az 5 és 10, a 10 és 11 események közti műveleteket nem a fő kivitelező végzi. A 9 és 10, a 11 és a 8 események közti műveletek fiktívek, ezek időtartama nulla.

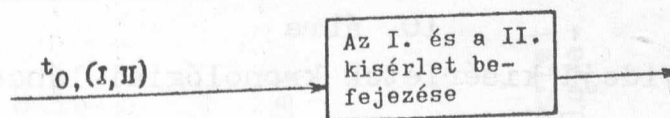
6. ábra

A kísérlet levezetésének kronológiai lánc



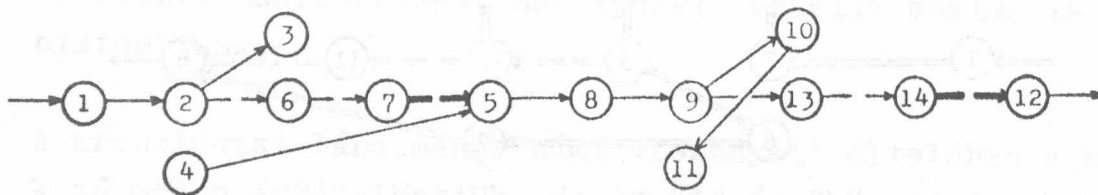
7. ábra

Egymás után következő kísérletek



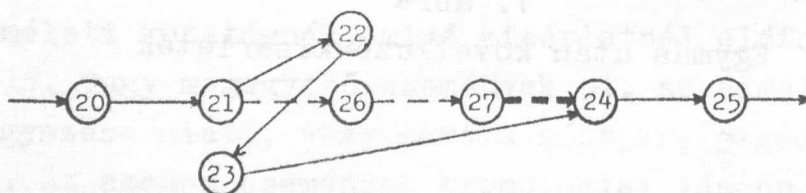
8. ábra

Egyidejű kísérletek



9. ábra

Egymás után következő kísérletek kronológiai lánc



10. ábra

Egyidejű kísérletek kronológiai lánc

1. táblázat

| | E s e m é n y e k | Kód |
|--|--|-----|
| I. kísérlet | Az I. kísérlet elméletének kidolgozása | 1 |
| | Az I. kísérlethez szükséges eszközök terveinek elkészítése | 2 |
| | A megrendelés átadása az ellátó osztálynak | 3 |
| | Az I. kísérlet módszertanának kidolgozása | 4 |
| | Az I. kísérlet elvégzése | 5 |
| | A műhelyrajzok elkészítése | 6 |
| | Az I. kísérlethez szükséges eszközök elkészítése | 7 |
| II. kísérlet | A II. kísérlet elméletének kidolgozása | 8 |
| | A II. kísérlethez szükséges eszközök terveinek elkészítése | 9 |
| | A megrendelés átadása az ellátó osztálynak | 10 |
| | A II. kísérlet módszertanának kidolgozása | 11 |
| | A II. kísérlet elvégzése | 12 |
| | A műhelyrajzok elkészítése | 13 |
| | A II. kísérlethez szükséges eszközök elkészítése | 14 |
| A két kísérlet együttes leve- zetése | Az I. és a II. kísérlet elméletének kidolgozása | 20 |
| | Az eszközök terveinek elkészítése | 21 |
| | A megrendelés átadása az ellátó osztálynak | 22 |
| | Mindkét kísérlet módszertanának kidolgozása | 23 |
| | Az I. kísérlet elvégzése | 24 |
| | A II. kísérlet elvégzése | 25 |
| | A műhelyrajzok elkészítése | 26 |
| | Az eszközök elkészítése | 27 |

Az egyes számoknak megfelelő események az 1. táblázatban találhatóak. Figyelembe véve, hogy a kísérletek módszere megegyezik és a szükséges segédeszközök azonosak, az időtartamok értékelésére az alábbi összefüggések érvényesek:

$$t_{1,2} + t_{8,9} > t_{20,21}$$

$$t_{3,4} + t_{10,11} > t_{22,23}$$

$$/ t_{2,6} + t_{6,7} / + / t_{9,13} + t_{13,14} / > t_{21,26} + t_{26,27} .$$

következésképpen:

$$t_{0,I} + t_{I,II} > t_{0, /I,II/}.$$

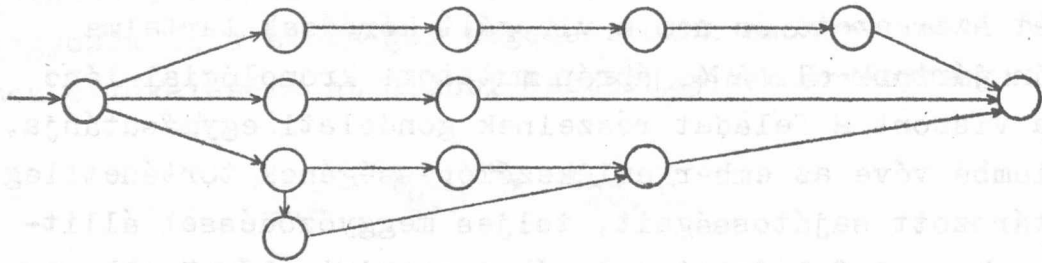
Megfigyelésünket szabályként is megfogalmazhatjuk: két vagy több kísérletnél a közös tevékenységek elvégzéséhez szükséges idő nem egyenlő a tevékenységek elvégzéséhez külön-külön szükséges időtartamok összegével, az időtervezés nem asszociatív.

A hálókészítés másik szabálya szerint kiemelhetjük a célazonos tevékenységeket /lásd pl. 1. ábra/, és a módszertaniilag azonos tevékenységeket, amelyeknél az alkalmazott elmélet és/vagy segédeszközök egyeznek meg. Ilyen események a logikai háló legkülönbözőbb ágaiban előfordulhatnak. A kronológiai lánc megszerkesztésekor is figyelembe kell venni az esetleges cél és/vagy módszerbeli azonosságokat.

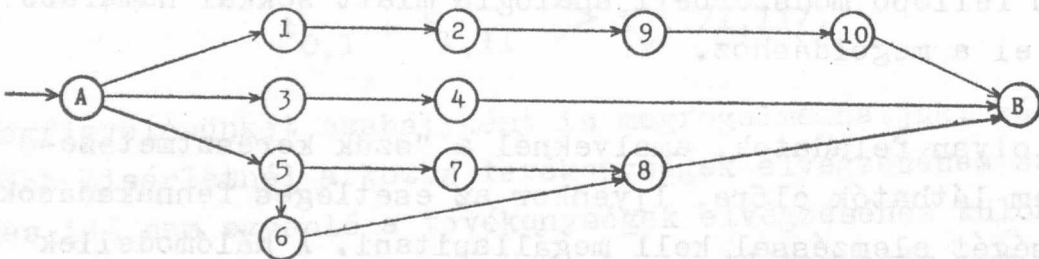
Ha például az 1. ábrán látható szerkezeti sémában az elméleti rész három fejezetének munkái a 2. ábrán bemutatott módon függenek össze, akkor kronológiai láncuk két legvalószínűbb és logikailag nem ellentmondó formáját a 3. és 4. ábra szemlélteti. A 3. ábra szerint először az előzetes

anyaggyűjtés szerkezetileg azonos részeit végezzük el, és csak azután kerül sor a fejezetekre. Ebben az esetben a feladat szerkezete és nem a vizsgált kérdések tartalma alapján jártunk el. A 4. ábrán mutatott kronológiai lánc alapja viszont a feladat részeinek gondolati egymásutánja. Figyelembe véve az ember emlékezőképességének történetileg meghatározott sajátosságait, teljes meggyőződéssel állíthatjuk, hogy a feladatot a 4. ábra szerint előnyösebb megoldani, ha az időre is tekintettel kell lennünk. Vegyük például azt a kutatócsoportot, amely éppen befejezett valamilyen számítást. Ha ezután rögtön hozzákezdenek egy azonos módszert igénylő másik számításhoz, lényegesen jobban gazdálkodnak idejükkel, mintha egy év múlva végeznék el ugyanazt a számítást. Az egymás után következő két feladatban fellépő módszerbeli analógia miatt sokkal hamarabb jutnak el a megoldáshoz.

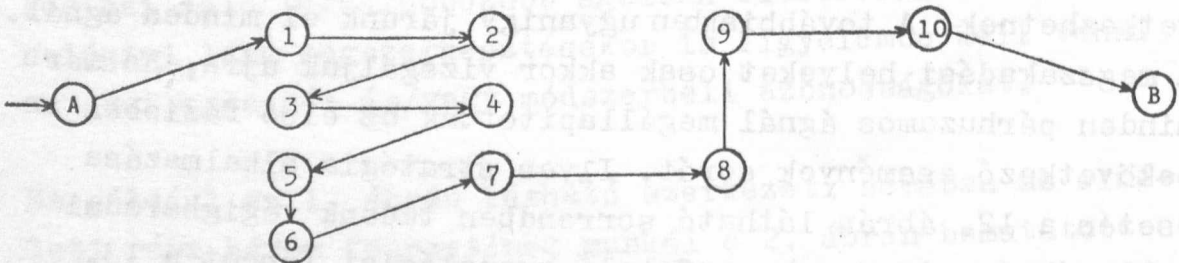
Vannak olyan feladatok, amelyeknél a "szűk keresztmetszetek" nem láthatók előre. Ilyenkor az esetleges fennakadások lehetőségét elemzéssel kell megállapítani. A hálómódellek elemzését a következőképpen végezzük. Tekintsük a 11. ábrán látható párhuzamos láncokból álló logikai hálót. Az "A" eseménytől a "B" eseményig akarunk eljutni. Mozgásunk stratégiája: az egyik független ágon addig haladunk előre, amíg az előzményekből biztosan bekövetkező eseményeket találunk. Ha az ág megszakad, áttérünk a szomszédos ág kezdetére, és ezen haladunk addig, amíg az egyes események biztosan bekövetkezhetnek. A továbbiakban ugyanígy járunk el minden ágnál. A megszakadási helyeket csak akkor vizsgáljuk újra, ha már minden párhuzamos ágnál megállapítottuk az első fázisban bekövetkező események sorát. Ilyen stratégia alkalmazása esetén a 12. ábrán látható sorrendben tudunk végighaladni a 11. ábrán. Az ennek megfelelő kronológiai láncot a 13. ábrán mutatjuk be. Ezt a stratégiát, jóval általánosabban értelmezve felhasználhatjuk arra, hogy a logikai hálón kijelöljük azokat a műveleteket, amelyeket a kísérlet vezetője,



11. ábra



12. ábra



13. ábra

és azokat, amelyeket beosztottak végeznek. Elképzelhető, hogy a vezető kutató csak az "A" 1, 2, 3, 4, 5, 6 eseményekhez szükséges, a beosztottak pedig munkába léphetnek a 2. esemény bekövetkezése után, realizálva a 9, 10, 7. 8 és "B" eseményeket. A szükséges időtartamok elfogadható becslése lehetővé teszi a segéderők munkábaállítása rendjének idejének megtervezését.

A hálós tervezés legfelelősségteljesebb művelete az elkövetkezendő munkák időtartamának megállapítása. A nehézség abból adódik, hogy az alkotó munka sajátosságai, a kutatók egyedi jellege miatt az időigény csak szubjektív alapon becsülhető, míg a tudomány fejlődése, és az ipar támasztotta követelmények miatt a tervezés és irányítás objektív adatokat kívánna meg. Ezzel a bonyolult kérdéssel nem célunk bővebben foglalkozni. Mindössze annyit jegyzünk meg, hogy tudomásunk szerint a probléma megoldását még nem kísérelte meg senki. A következő számítási módszer tudományosságához férhet kétség, de mellette szólnak az eddig általa elért sikereink.

Az egyes tevékenységek elvégzéséhez szükséges időt három módon becsülhetjük:

- pesszimistán, ami olyan időtartamot ad, amelyre a körülmények legkedvezőtlenebb alakulása esetén számíthatunk;
- optimistán, amikor olyan időtartammal számolunk, amely a legkedvezőbb esetben szükséges a kérdéses esemény bekövetkezéséhez;
- valószínűségi alapon, amely a körülmények szokásos alakulása esetén adja meg, hogy várhatóan mennyi idő kell a tevékenység elvégzéséhez.

A hálós tervezés számításaihoz az időtartamok átlagos értékére és az eltérésre van szükség:

$$t_{\text{á}} = \frac{t_o + 4t_v + t_p}{6} \quad \delta = \frac{t_p - t_o}{6}$$

A hálómodellek jellege - céljukat és rendeltetésüket tekintve kettős - lehet statikus és dinamikus. Ha az időtartamok becslése túlságosan pontatlan, akkor a hálós módszer időtervezésre alkalmatlan, ez adja statikus jellegét. Ha a hálós tervezést csak olyan stratégiának tekintjük, amely a tervezés és irányítás számára a program elkészítéséhez, erőforrások elosztásához ad lehetőséget, használata még a folyamathoz szükséges időmennyiség pontatlan meghatározása esetén is hasznos. Ugyanis bármilyen hibás is a becslés, bármennyire is túllépjük a tervezett határidőt, ha lemondanánk a hálómodellezésről, és munkánkban csak bizonytalan érzéseinkre, kozmetikázott tapasztalatainkra támaszkodnánk, még sokkal súlyosabb következményekkel járó tévedéseket követhetnénk el.

További lehetőségek a hálótervezés tanulmányozására:

1. Papp, O.: A hálós programozási módszerek gyakorlati alkalmazása.

Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, 1969.

2. Archibald, R.D. - Villoria, R.L.: Hálós irányítási rendszerek.

Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, 1971.

A hálótervezésnek algoritmuselmélettel kombinált alkalmazását ismerteti a kutatásban a KFKI-TT: Tudományszervezési szemelvények, tanulmányok, 1.sz. Davies, D.G.S.: Kutatás-tervezési diagramok.

Baker, A.G. - Smith, W.
Unilever Research Laboratory

A KUTATÁS-VEZETÉS EGY LEHETSÉGES SEGÉDESZKÖZE

Control of research - possible aids
Operational Research Quarterly
1967. 1.sz.
5-12.o.

A kutatás és fejlesztés vezetése növekvő információs gondokkal küzd. Ez a felismerés egy tervezési és előrehaladás-ellenőrzési módszer kidolgozását hozta magával, amely a vezetés figyelmét csak a kritikus területekre irányítja. A módszer szerint először lefektetik a tervet és pontosan rögzítik a siker elérésének kritériumait. Az előrehaladásról négyhetenként tájékoztatják a vezetést. Közlik a várt teljesítési időpontot, a felmerült költségeket, a gyakorlati felhasználhatóság indexét, és a munka tempóját jellemző tényezőket. A hosszabb időre vonatkozó adat-összefoglalások a problémákról általánosabb tájékoztatást adnak.

B e v e z e t é s

A vezetés problémái minden szervezetben nagyjából megegyeznek. Vannak azonban kivételes területek is. Jelentősége miatt a kutatásfejlesztés /K+F/ terén például az olyan problémák, mint a szervezet teljes kutatási erőfeszítésének optimális mérete, a feladat kiválasztása, tervezése, a szükséges létszám biztosítása, valamint az információs rendszer nagy mértékben befolyásolják a hatékonyságot.

Angliában kevés operáció -kutatást végeztek a K+F területén. Meglepő ez a kijelentés, hiszen a K+F részlegek gyakran egészen nagy és költséges részét képezik a szervezeteknek, ami indokolná az operáció-kutatást ezen a téren.

Duckworth rámutatott abban a cikkben, amelyet 1965. júniusában az Operational Research Society K+F csoportja részére írt, hogy az Egyesült Államokban az elmúlt tíz év alatt a kutatás eredményessége monoton csökkent. Semmi okunk nincs feltételezni, hogy a helyzet Angliában lényegesen jobb. A következtetés nyilvánvaló eredménye: a vezetésnek új eljárásra, eszközre, egyszóval valamilyen segítségre van szüksége.

A fent említett problémákban jelenleg a szokásjog és hallgatólagos megállapodások alapján döntenek. A kutató-fejlesztő apparátus növekedése az ilyen döntéseket egyre inkább kockázatosná teszi. Itt kerül előtérbe az operáció-kutatás, mint vizsgálati módszer ezen problémák megoldására. Az operáció-kutatás eddigi lemaradását a K+F-ben az magyarázza, hogy ezek a részlegek csak közvetett módon nyereségesek, és nehéz pénzben kifejezni a K+F tevékenység teljesítményét. A termelés vagy a kereskedelmi szféra tökéletesítése sokkal könnyebben számszerűsíthető.

Szükség van legalább egy közelítő módszer kidolgozására. A jelen cikk egy ilyen eljárást ír le, amelyet a Port Sunlight-i Unilever Research Laboratory-ban használtak. A kutató laboratóriumban főleg mosószerekkel foglalkoznak olyan vállalatok részére, amelyeknek a világ több részén működő, teljesen elkülönült igazgatási szerkezetük van. Bár szoros kapcsolat van a kutatás és a vállalatok között, ezek a kapcsolatok természetesen más típusúak, mint a földrajzilag is összefüződő vállalatoknál. Nem állítjuk, hogy az általunk alkalmazott módszer a legjobb, mivel beszélgetéseink hasonló területeken dolgozókkal azt mutatták, hogy más laboratóriumban a meglévő környezet gyakran más, a helyi jellegnek megfelelő kiindulási pontot ad. Mindenesetre, ahol elkezdenek az operáció-kutatással foglalkozni, a problématerületek hasonló mintái alakulnak ki.

A tervezési és előrehaladás-ellenőrzési rendszer felépítése

Laboratóriumunkban a belső közlésekből indultunk ki. A vezetés bármely szintjének hatékonysága a rendelkezésre álló hasznos információ mennyiségtől függ. A szervezet növekedésével a vezetés rendelkezésére álló információ mennyiség úgy megtöbbszöröződik, hogy nagy részét már nem is lehet hasznosítani. Ugy láttuk, szükség van valamilyen eszközre, amely a vezetés figyelmét a lényeges döntési pontokra hívja fel. Ha van ilyen eszköz akkor olyan kell legyen, amely a szükséges és hasznos információkat kiválasztja. Ezek után meg kellett fontolnunk, mi az a legkevesebb információ, amivel a kívánt eredményt el lehet érni, mivel nem szabad olyan eszközt kialakítani, amely feleslegesen növeli a tájékoztatást adók amugy is nagy közlési terhét.

Egy kutatóhely munkájában célok, feladatok, siker vagy eredménytelenség a fő tényezők. A kialakítandó eszköz segítségével ezeket számontarthatjuk és az időráfordítással, a

befektetett anyagi eszközök nagyságával a vezetés számára használható tájékoztatássá alakíthatjuk át. Az általunk bevezetett módszer a következő:

1. Minden feladatot meghatározunk. A meghatározás a feladat általános leírása. Pl.: "valamilyen vegyi anyag szulfonálása adott eljárással, vagy eljárás-csoporttal".
2. Ahol lehetséges, megadjuk a siker /vagy befejezés/ kritériumait. /Az operáció-kutató részleg abból indult ki, hogy minden feladatnál szükségesek a siker kritériumai. A vezetés ezzel már kezdetben sem értett egyet, így ezt a kérdést tovább nem erőltettük./

Ha létezik siker-kritérium, akkor a feladatot zártnak; ha nincs, ami szintén gyakori, nyitottnak nevezzük. A nyitott feladatok rendszerint számos, kisebb zárt feladatra oszthatók szét. Decimális feladat-számozási rendszert alkalmazva juttatjuk érvényre a részek, és az egész kapcsolatát. Így XY/1 lehet egy nyitott feladat; XY/1.1, /1.2, /1.3, stb. lehet az XY/1 egy zárt részfeladata.

Ez a szerkezet lehetővé tette, hogy kutatóink a feladatok, vagy részfeladatok nagyobb hányadát lezárják. Feladatterveket használtunk mind a témák, mind a zárt részletfeladatok leírására; azokkal a lényeges kérdésekkel, amelyekről haladási jelentést kívántunk meg. Feladataink nagysága változik két emberhónaptól két vagy három évig.

1. Minden feladathoz vagy témához koordinátort jelöltünk ki. Így, egy nagy feladatnál, amely számos témát foglal magába, van egy általános fela-

datvezető és az egyes részfeladatok vagy témák vezetői.

4. A feladat, illetve témavezetők megadják a feladat becsült költségeit és a tervezett befejezési határidőt.
5. A vezetés megjelöli a témák, illetve feladatok viszonylagos fontosságát, 0 és 100 közötti sorrendi indexet /Q.I./ adva. A közepes indexet 50 körül tartják, annak megakadályozására, hogy minden tervnek "különleges elsőbbsége" legyen. A Q. I.-t felülvizsgálhatják és megváltoztathatják, a növekvő tudományos, vagy kereskedelmi fontosság, a szükséges ráfordításokban bekövetkező változások, vagy a feladat állapota miatt. A jelentési fázisban akármelyik terv kaphat más Q.I-t.
6. Ha egyszer a feladattervben a siker kritériumait meghatározták, az előrehaladás tömören jelenthető. Az előrehaladást három szempontból vizsgáljuk: a befejezésig szükséges idő, a siker valószínűsége és a költség szempontjából. A koordinátor felülvizsgálja a feladatot minden negyedik hétben és az alábbiakra kitérve jelentést tesz:

- a/ várt befejezési idő /E.C.D./
- b/ megvalósíthatósági index /T.F.I./
- c/ kutatók és asszisztensek munkaideje a feladaton.

A T.F.I. mindig 0,5-nél kezdődik és 1-hez tart, ha az akadályokat elhárították, vagy 0-hoz tart, ha váratlan nehézségek merülnek fel. A T.F.I. független az időtől és valószínűsége a koordinátor műszaki pesszimizmusának, vagy optimizmusának "barométere". Bár a T.F.I. adott értéke nem jelent

semmit, mozgása fontos tájékoztatás.

A T.F.I. fogalmát a siker valószínűsége helyett használtuk, mivel az utóbbi számos nehézséggel jár, mert ugyanazt jelenti-e a siker valószínűsége korlátlan ráfordítások, kötött ráfordítások, vagy olyan ráfordítások esetén, amelyekről a koordinátor csak úgy véli, hogy a feladathoz rendelkezésre állnak? Így a siker valószínűsége számos dimenziótól függ. A T.F.I. egyszerűbb fogalom - leküzdötték a műszaki nehézségeket, vagy fokozódtak. A T.F.I. azért kezdődik 0,5-nél, hogy biztosítsa az egész skála kihasználását, és hogy mozgásáért a koordinátor felelősségét kihangsúlyozza.

A tudósok és asszisztensek munkaideje szolgál alapul a feladat összes költségének kiszámításához.

Ha a koordinátor csak ennyi tájékoztatást nyújtana, a kép még nem lenne teljes. A feladat végrehajtását késleltetheti tudományos kudarc, berendezés, vagy szolgáltatások hiánya, stb. A T.F.I. változása csak a tudományos sikerre, kudarcra jellemző. Ezért a koordinátor feladata az is, hogy az eltelt négy hét munkáját felülvizsgálja és jelentse azokat a fő tényezőket, amelyek a munka tempóját meghatározták. Így kapjuk a gyorsaság-meghatározó tényezőt /R.D.F./. A korábbi közlésekkel a koordinátor úgy teremt kapcsolatot, hogy a feladatra vonatkozó utolsó jelentés hivatkozási számait is feljegyzi.

Így a feladat előrehaladására vonatkozó alapvető tájékoztatást megadja

- a feladat meghatározása,
- a siker kritériumai,
- a sorrendi index,
- a várható költségek,

várható befejezési időpont,
a ráfordítások,
megvalósíthatósági index,
a gyorsaságot meghatározó tényező,
a jelentés hivatkozási számai.

A tervezési és előrehaladás-ellenőrzési rendszer működése

Az alapvető tájékoztatást biztosító utolsó öt tételt minden negyedik héten felülvizsgálják. A feladatterv kidolgozása után a haladási jelentés minimális erőfeszítést igényel. Igaz, hogy a tájékoztatás nagy része a feladatvezetők egyoldalú véleményén alapul, szándékos félrevezetést azonban leleplezés nélkül nem lehet sokáig folytatni.

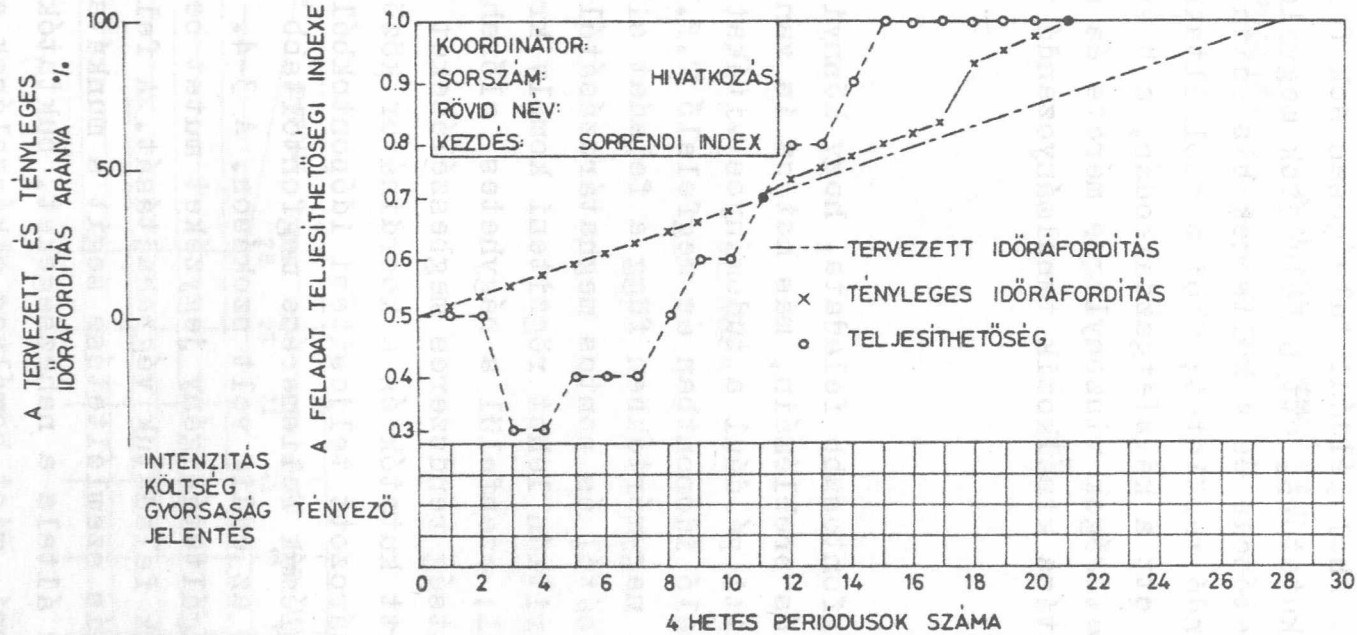
Az adatokat az 1. ábrán látható nyomtatványokon vezetik, amelyeket a koordinátorok irodájában tartanak. A nyomtatványokat négyhetenként kézbesítő összegyűjti és továbbítja a felső vezetésnek. A 2. ábra mutatja be, hogy az adatokat milyen formában terjesztik a vezetés elé: a grafikonok a feladat haladását tömören összefoglalják, míg a táblázati adatok az esetleg felmerülő kérdések megválaszolására adnak lehetőséget. A kutatás menetébe a vezetés kiugró értékek esetén beavatkozik, ha szükségesnek látja.

A kialakított rendszerben 12 hetenként felülvizsgálják az általános adatokat is, hogy az olyan kérdésekre felvilágosítást tudjanak adni, mint:

- a ráfordítások és a Q.I. viszonya,
- elhalasztott feladatok,
- mik a szűk keresztmetszetek?
/az R.D.F.-ek felhasználásával/
- befejezett feladatok.

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-------------|-----------|------------|------------|-------------|--|
| KEZDÉS: | KOORDINÁTOR: | | | | | | | | | | | | SORSZÁM: | |
| RÖVID NÉV: | | | | | | | | | | | | | HIVATKOZÁS: | |
| A FELADAT MEGHATÁROZÁSA | | | | | | | | | | | | | | |
| A SIKER KRITÉRIUMA | | | | | | | | | | | | | ELLENÖRZÉS: | |
| KIVÁNT BEFEJEZÉS | | | | | | | | | | | | | | |
| VÁRHATÓ KÖLTSÉG | | | | | | | | | | | | | | |
| SORRENDI INDEX | | | | | | | | | | | | | | |
| | JAN. 23 | FEBR. 20 | MÁRC. 20 | ÁPR. 17 | MÁJ. 15 | JUN. 12 | JUL. 10 | AUG. 7 | SZEPT. 4 | OKT. 2 | OKT. 30 | NOV. 27 | DEC. 25 | |
| VÁRHATÓ BEFEJEZÉS | | | | | | | | | | | | | | |
| MEGVALÓSÍTHATÓSÁGI INDEX | | | | | | | | | | | | | | |
| GYORSASÁG TÉNYEZŐ | | | | | | | | | | | | | | |
| RÉSZVÉTEL INTENZITÁSA (%.) | | | | | | | | | | | | | | |
| NÉV BEOSZTÁS | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| JELENTÉS KIADVA | | | | | | | | | | | | | | |
| KÖLTSÉGFELHASZNÁLÁS (HALMOZOT) | | | | | | | | | | | | | | |
| KÖZVETLEN — TUDOMÁNYOS | | | | | | | | | | | | | | |
| KÖZVETLEN — FELADAT | | | | | | | | | | | | | | |
| ÁLTALÁNOS | | | | | | | | | | | | | | |
| ÖSSZESEN: | | | | | | | | | | | | | | |

1. ábra



2. ábra

Ezek az áttekintések, amellet, hogy a kutatóhely munkájának tömör összefoglalását nyújtják, feltárják azokat a területeket is, ahol az operációkutatást a leghasznóthajtóbban lehet végezni. Ahol például tulságosan sok feladat vár tulságosan kevés kutatóra, ott a feladatok megválasztása, a személyzet összetétele és a költségek biztosítása jelenti a tanulmányozandó területet; ahol a szolgáltatások késelmeket okoznak, ott a készletgazdálkodás, a besorolás, a szolgáltatási lehetőségek viszonylagos mérete és a tervezési módszerek javítása kínálkozik tanulmányozandó területként.

Mellékhatások

Bár a rendszer legfontosabb feladata, hogy könnyítsen a vezetés információs problémáin, más hatása is van. Gyakoribbá teszi és élénkíti például a tudományos vitákat: az előrehaladás, a megfelelő időpontban és megfelelő T.F.I.-számmal történő jelentés, nagymértékben függ a feladat sikerkritériumainak realitásától és pontos meghatározásától. A kritériumokat pedig ritkán lehet rögzíteni komoly kritikai megbeszélés nélkül; ezenfelül a négyhetes előrehaladási jelentéskötelezettség rendszeres megbeszéléseket tesz szükségessé az érintett kutatók és a koordinátor között. A kutató által meghatározott teljesítési időpontokból eredő kööttség és a problémák felismerése megfontoltabb tervezésre indit, mint ahogy az eddig volt szokásos. A 3-4. ábra hálótér-terv ivet és szolgáltatásigény jegyzéket mutat be, amelyen a kutatók tervezik feladatuk végrehajtását. A feladat felépítésének vizuális szemléltetése segít a munkával kapcsolatos vitákban és általa a nehézségeket, buktatókat korábban fel lehet tárni, mint homályos elképzelések esetén. Valójában a tudományos és vezetési munkát, a felmerülő problémák megoldását legjobban hálótér-tervek segítik elő. A Roy által leirt szemléltetés, amelynek célja, hogy minden tervezett esemény, igény és szükséglet szere-

A FELADAT FOLYAMATÁBRÁJA

| KEZDÉS: | RÖVID NÉV: | SORSZÁM: |
|---------|------------|----------|
| | | |

3. ábra

| SZOLGÁLT. IGÉNY | IDŐPONT | DEC. | JAN. | FEBR. | MARC. | APR. | MAJ. | JUN. | JUL. |
|--------------------|---------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|
| | | 28 | 25 | 22 | 22 | 19 | 17 | 14 | 12 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

4. ábra

peljen a hálóban, megfelelőnek látszik kutatási feladatokhoz. A kis és közép méretű kutatási feladatokhoz kidolgozott hálótervezési módszerekhez azonban még több tapasztalatra van szükség.

Következtetés

Az itt vázlatosan leírt rendszert érheti az a bírálat, hogy ad hoc alapon fejlődött ki. A tapasztalat azonban azt mutatja, hogy valóban meglévő igényt elégít ki. Megközlítésünk persze más jellegű szervezetben átértékelődik: minél kisebb a szervezet, annál kisebb a módszer jelentősége. Nagy, rugalmas kutatási-fejlesztési szervezetekben viszont alkalmas közlési eszköz, a kialakult helyzet indokolatlan megváltoztatása, vagy a tájékoztatást adók terheinek növelése nélkül. A munka szabályosabb megtervezésével, az erőforrások terén jelentkező igények eddiginél jobb előrejelzését biztosítja; míg naprakész adatrendszerével a szokásosnál tisztább képet is ad a problémakörökről.

A Tudományszervezési Tájékoztató 1972. 1.száma
tartalomjegyzéke

SZEMLE

A KUTATÁS-FEJLESZTÉS HATÉKONYSÁGVIZSGÁLATÁNAK NÉHÁNY KÜLFÖLDI TAPASZTALATA

A K+F hatékonyság fogalmának fejlődése és mai értelmezése -- Gazdasági hatékonyság és tudományos hatékonyság -- A hatékonyságvizsgálatot ösztönző tényezők -- Modellezési, összehasonlító és logikai módszerek -- A K+F hatékonyságvizsgálat hazai helyzete és problémái -- A külföldi módszerek hazai alkalmazásának elvi és módszertani problémái -- A hazai K+F hatékonyságvizsgálatok perspektívája.

7. oldal

A HETVENES ÉVEK TUDOMÁNYPOLITIKÁJA AZ OECD ORSZÁGOKBAN

A Brooks-jelentés hipotézisiei -- A tudománypolitika vizsgálata.

20. oldal

MULTINACIONÁLIS VÁLLALATOK -- MULTINACIONÁLIS KUTATÁS

A multinacionális vállalatok jellemző vonásai -- Külföldi laboratóriumok létesítésének indoka és módja -- Eredményes tájékoztatás és műszaki ismeretátadás a multinacionális K+F keretében -- Multinacionális K+F a gyakorlatban -- Két alakulófélben levő nemzetközi kutatási szervezet.

29. oldal

A TUDOMÁNYOS ÉS MŰSZAKI KUTATÁS FINANSZIROZÁSA JAPÁNBAN

A gazdasági növekedés és a kutatási ráfordítások összefüggése -- A kutatási kiadások trendjei -- Állami költségvetés és tudományos kiadások -- Az ipari kutatások anyagi kihatásai -- Az egyetemek és kutatóintézetek kutatási ráfordításai.

46. oldal

HÁLÓMODELLEK AZ EGYÉNI TUDOMÁNYOS KUTATÁS TERVEZÉSEBEN

Matematikai modellek alkalmazása -- A tudományos kutatás hálómódjainak jellemzői -- Az egyéni kutatómunka hálómóddal szerkesztési módszere -- Mennyiségi értékelés a modell alkalmazási területei.

56. oldal

A 128. UT -- HUSZ ÉV UTÁN

A 128. ut története -- A siker földrajzi tényezői -- Gazdasági tényezők -- Pszicho-szociológiai tényezők -- A 128. ut jelenlegi helyzete -- A 128. uthoz hasonló egyetemi-ipari komplexumok -- A 128. ut jövője.

69. oldal

AZ ALKOTÓ SZELLEMI MUNKA VESZTESÉGFORRÁSAINAK ÉS HATÉKONYSÁGNÖVELESI LEHETŐSÉGEINEK FELMERÉSE

VI. AZ ALKOTÓ SZELLEMI MUNKA SZERVEZETI FELTÉTELEI

| | | |
|---|---|------------|
| A szervezéseméleti megközelítés szempontjai -- A makromodell és az alkotó szellemi munkát végző szervezetek tipológiája -- Az ágazati kutatásirányítás modellje -- A vizsgálati mikromodell -- A szervezéseméleti vizsgálatok igényei a többi kutatással szemben -- A vizsgálat irányai -- A további vizsgálatok terve. | A francia tudomány amerikai szemmel | 140. oldal |
| 90. oldal | A nemzetiségi tudósképzés nehézségei Jugoszláviában | 142. oldal |
| | Mire jó a mobilitás? | 143. oldal |
| | Az osztrák kormány 1971. évi kutatási jelentése | 144. oldal |
| FIGYELŐ | Kockázatmentes kutatás? | 146. oldal |
| Az UNESCO kutatásstatisztikai szakértőinek 5. tanácskozása | A svájci tudománypolitika sajátos problémái | 147. oldal |
| 119. oldal | A bolgár tudományos élet átszervezése | 149. oldal |
| Az OECD tudományügyi minisztereiinek konferenciája | Harc a nők fizetési egyenlőségért az amerikai egyetemeken | 149. oldal |
| 121. oldal | Kapica a szovjet ifjúság alkotó munkára neveléséről | 151. oldal |
| Svédország tudományos kutatási költségvetése 1971/72-ben | A kutatás ötéves terve Belgiumban | 154. oldal |
| 122. oldal | Tudományos képzés és minősítés Lengyelországban | 155. oldal |
| A szovjet kutatók véleménye munkakörülményeikről | Koncentrált kutatási ráfordítások az NSzK-ban | 157. oldal |
| 123. oldal | A tudomány helyzete Szingapurban | 157. oldal |
| Az Európai Gazdasági Közösség kutatási ráfordításai | A társadalomtudományi kutatás helyzete Latin-Amerikában | 159. oldal |
| 126. oldal | Az alkalmazott kutatás korszerűsítése Nyugat-Németországban | 162. oldal |
| Megváltozott az amerikai kutatás | | |
| 126. oldal | | |
| Tudomány, osztályharc és termelési viszonyok Olaszországban | | |
| 131. oldal | | |
| A tudományos minősítési rendszer Romániában | | |
| 133. oldal | | |
| Mi lesz az angol kutatással? | | |
| 134. oldal | | |
| Ipari kutatás Japánban | | |
| 136. oldal | | |
| Csehszlovákia licencpolitikája | | |
| 138. oldal | | |

BIBLIOGRÁFIA

Szakirodalmi ismertetések

169. oldal

Válogatott bibliográfia a tudományos kutatás tervezésének, igazgatásának és szervezésének nemzetközi irodalmából

176. oldal

Bibliográfiai áttekintés a magyar tudományszervezés újabb irodalmáról

204. oldal

TITKÁRSÁG

TUDOMÁNYOS

KFKI



TUDOMÁNSZERVEZÉSI

szemelvények, tanulmányok

LORD ROTHSCHILD ULTIMÁTUMA

— — —

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOS ÁTVITEL

4

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ



ТОО «АТМ»
АТМ



АТМ

TUDOMÁNSZERVEZÉSI

szemelvények, tanulmányok

4.sz.

T A R T A L O M

| | |
|---|-----------|
| Lord Rothschild ultimátuma | 3. oldal |
| A műszaki tudományos átvitel stratégiája | 22. oldal |
| A TSzT 1972. 2.sz. tartalomjegyzéke | 36. oldal |

KFKI Tudományos Titkárság

- 1972 -

L O R D R O T H S C H I L D U L T I M Á T U M A

Összeállította: Kertész Béla, a

Government Green Paper /Cmd. 4814/ és a
Nature,

New Scientist,

The Guardian,

The Economist, valamint az

Atom

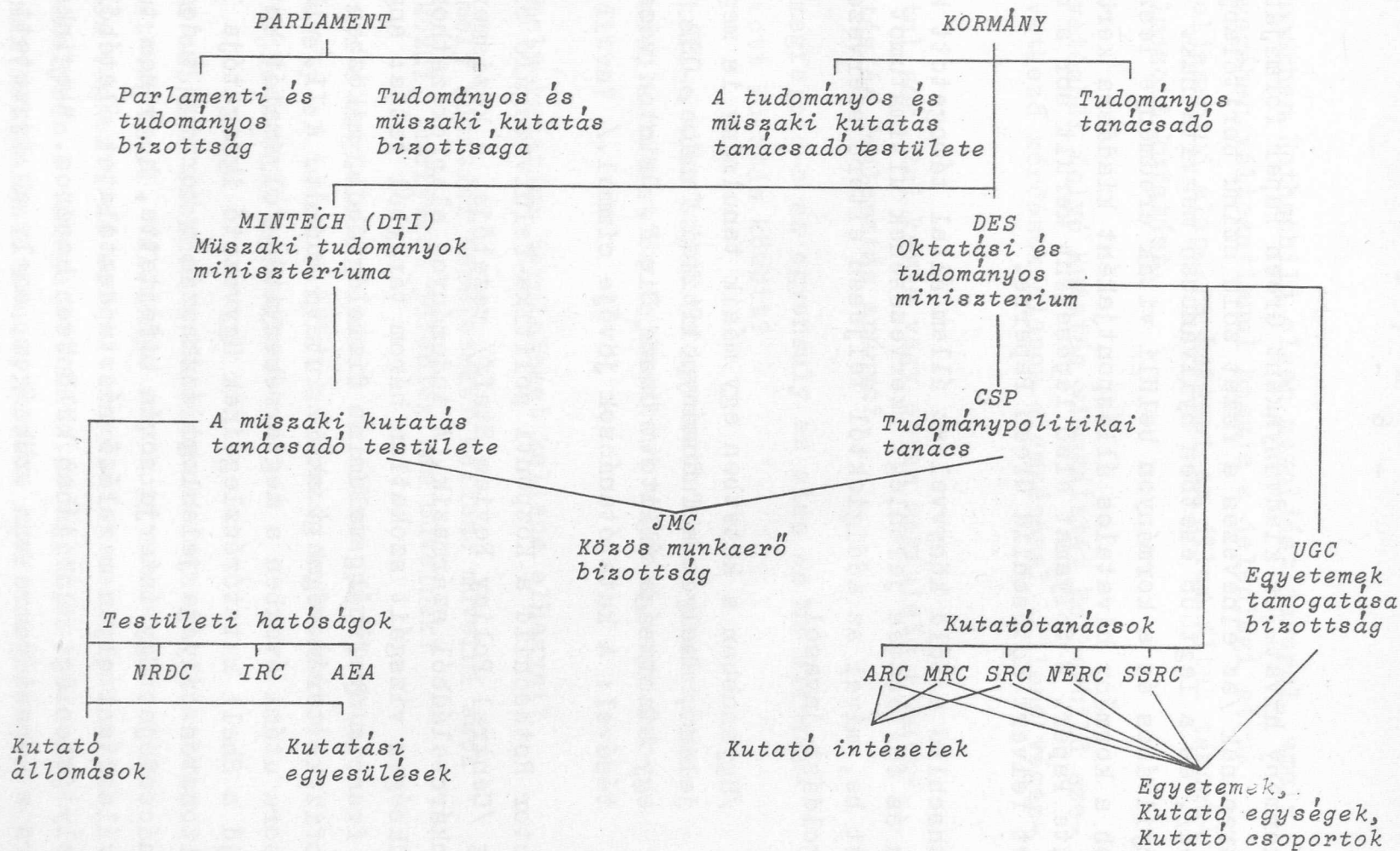
1972. március-juliusi cikkei alapján.

A kormánynak benyújtott jelentés, 55 javaslatával felbolygatta a higgadt angol kedélyeket. A széleskörű vitában, amely átfogta a teljes tudományos közvéleményt, elhangzottak érvek mellette, ellene. A kormányhatározat pontot tett a vita végére. Ismertetjük a jelentés fő pontjait, néhány hozzászólás lényeges részeit és az angol kormány állásfoglalásának vonatkozó cikkelyeit.

Az angol kutatásirányítás első alapvető reformját a kormány a munkáspárt választási győzelme után, 1964-ben hajtott végre. A háboru utáni tudományos fellendülés ekkorra már erőteljesen csökkent. A korlátozott anyagi és emberi erőforrások a Wilson-kormány számára szükségessé tették egységes tudománypolitika érvényesítését. E törekvés eredményeképpen létrehozták az Oktatási és Tudományos Minisztériumot /Department of Education and Science/, felállították a Ministry of Technology-t. Átszervezték és egységes rendszerre fejlesztették a kutatótanácsokat, az erőforrások célszerű elosztását, a kutatási irányok megfelelő kiválasztását tűzve ki fő feladatukul. A gyakorlatban mindez persze nem az egyik pillanatról a másikra ment végbe, és valójában a munkáspárt kormányzása alatt nem is valósult meg teljesen. Bár vita vitát követett, és gyakori személyi változásoktól sem volt mentes a porond, az angol kutatás strukturája lényegében ma is az akkor kialakított felépítést követi /l.ábra/.

A Wilson-kormányt felváltó konzervatív uralom azonban tartalmában - kisebb mértékben felépítésében is - változtatott a kutatásirányítás centralizált módszerén. A konzervatívok első lépésként a "Mintech"-et alakították át: ezt a nagy, az alkalmazott kutatást irányító központot összeolvasztották a Kereskedelmi tanáccsal, és az így kialakított együttes intézményt elnevezték Kereskedelmi és Ipari Minisztériumnak /Department of Trade and Industry, DTI/. Egyéb változásokat is bevezettek, de a viták még a kormányon belül sem maradtak el, és megfelelő megoldás csak nem született. Ilyen alkalmakra tartogatja az angol kormányzási rendszer azt a medicinát, hogy különbizottságot hív életre a kérdés megvilágítására, megoldási javaslat kidolgozására, amelyet

AZ ANGOL TUDOMÁNYOS ÉS MŰSZAKI KUTATÁS SZERVEZŐDÉSE
(H.Rose-S.Rose: Science and Society c. könyve alapján)



Rövidítések magyarázata

- NRDC - Nemzeti műszaki fejlesztési tanács
- IRC - Ipari kutatótanács
- AEA - Atomenergia hatóság
- ARC - Mezőgazdasági kutatótanács
- MRC - Egészségügyi kutatótanács
- SRC - Tudományos kutatótanács
- NERC - Környezetvédelmi kutatótanács
- SSRC - Társadalomtudományi kutatótanács

1. ábra

a kormány hivatalos kiadványaként Green Paper formájában közreadnak /az elnevezés a füzet zöld színű borítólapjáról ered/, és a legtöbb esetben nyilvánosan megvitatnak.

A nyilvános és a kormányon belüli viták eredménye lesz később a kormány hivatalos álláspontjaként kiadásra kerülő White Paper. E folyamat első lépéseként került sor a nagy port felvert Rothschild Green Paperre.

Rothschild a Zöld könyvvvel az állam által támogatott kutatás és fejlesztés jelenlegi szervezésének ultimátumot nyújtott be, mivel az eddigiektől teljesen eltérő szervezeti megoldást javasol.

/Ugyanabban a kötetben egy másik tanulmány is megjelent, amelyet a Tudománypolitikai Tanács, CSP egy bizottsága állított össze Sir F. Dainton vezetésével: A kutatótanácsok jövője címmel./

Victor Rothschild a Központi politika-felülvizsgáló bizottság /Central Policy Review Staff/ vezetője, a közismert bankárcsaládból származik. A tudományos alapfokozathoz szükséges vizsgáit szokatlan három tárgyból tette: angol és francia nyelvből, valamint fiziológiából, miközben a biofizika terén végzett aktív kutató munkát. A II. világháború utáni években a megtermékenyítés folyamatát kutatta, majd a Shell kutatórészlegeinek ügyvezető igazgatója lett. Változatos pályája jelenlegi szakaszán a kormány tudományos tanácsadója. Egy interju során kifejtette, hogy nem tudna kiválasztani olyan megelőző résztapasztalatot életéből, amely jelenlegi munkájában különösen hasznos. "Leginkább arra a képességre van szükségem, amely az összetett problémák analizisét lehetővé teszi. Ez azonban nem egy egyedi tapasztalat függvénye, hanem az egész életut hozza létre."

A Green Paperben Rothschild olyan megoldást javasol, amely - bár lényegében változatlanul hagyja a jelenlegi struktúrát -, teljesen új alapokra helyezi az állam által támogatott alkalmazott kutatást.

A költségvetésből folyó kutatás vizsgálatát Rothschild szerint a következő kérdések alapos elemzésével kellene végezni:

- a/ túl sok, túl kevés vagy éppen megfelelő a kutatás és fejlesztés aránya?
- b/ megfelelő-e az egyensúly az alap és az alkalmazott kutatás között?
- c/ kell-e több saját és kevesebb külső kezdeményezésű kutatást és fejlesztést végezni, vagy fordítva?
- d/ mely kutatási területeket kellene elhagyni?
- e/ mely kutatási területeket kellene művelni azok közül, amelyeket jelenleg nem művelnek?
- f/ van-e megfelelő gépezet az államapparátusban, amely el tudná bírálni az ország kutatását és fejlesztését egészében?

Rothschild azonban ezeknek a kérdéseknek nem szisztemikus vizsgálatát végzi el. Véleménye az, hogy amennyiben megpróbálná és véghezvinné ezt a vizsgálatot nem kapna olyan keretet, amelyben a támogatott kutatás és fejlesztés hatékonysága maximalizálható lenne, hiszen ezek a kérdések vagy egy elavult tudományszervezésre mutatnak rá, vagy lényegében megválaszolatlanok. A dilemma megoldása - bár, mint megoldás inkább látszólagos, mint tényleges - egy hatékony kutatási és fejlesztési rendszer előfeltételeinek biztosítása; egy logikus, rugalmas, humánus és decentralizált kutatási-

fejlesztési szervezet és a megfelelő tudományszervezés megalkotása. Ebbe beleértendő, hogy a rendszerben minden személynek világosan körülhatárolt felelőssége van.

Rothschild olyan alapokat javasol, amelyeken egy ilyen hatékony kutatási és fejlesztési rendszernek - véleménye szerint - nyugodnia kell, és megmutatja elfogadásuk és alkalmazásuk várható hatását is.

Az előzőleg felvetett kérdésekre a következőképpen válaszol:

Az a/ kérdést nem tárgyalja részletesen. Megállapítja, hogy sok elmélettel ellentétben még sem az iparban, sem kormány szinten nem találtak alkalmas megoldást az "éppen megfelelő" kutatás és fejlesztés mennyiségének meghatározására.

A b/ kérdés - véleménye szerint nem túl jelentős, mert nem lehet "helyes egyensúly" az alap és az alkalmazott kutatásra fordított erőforrások között. Az alapkutatást elsősorban erőforrások: pénz és tehetség szabják meg; az azonban, hogy egy alkalmazott kutatási programban milyen arányú alapkutatás engedhető meg vagy szükséges, nem ettől függ.

A c/, d/ és e/ kérdések automatikusan választ kapnak, ha létezik a kutatásnak és fejlesztésnek kielégítő szervezete és szervezése, és Rothschild jelentésének egyik célja ilyet ajánlani.

Az f/ kérdésre nehéz válaszolni. Kétséges ugyanis, hogy akármely központi szerv kritikusan tudja értékelni az állam által finanszírozott kutatás és fejlesztés egészét. Olyan központi pontra azonban szükség van, mint a kormány Fő tudományos tanácsadója /Chief Scientific Adviser/, nemcsak az ilyen általános igény kielégítésére, hanem a több minisztériumot, több országot érintő kutatási és fejlesztési témába vágó kérdések, kutatások koordinálására.

Ezen megfontolások után a jelentés II. fejezetében kerül sor az első ajánlásokra, a legfontosabb kifejezések értelmezésére.

Nézzük, hogyan határozza meg Rothschild az alap és az alkalmazott kutatást.

Az alapkutatás végterméke az ismeretek bővülése.

Az alkalmazott kutatás és fejlesztés végterméke vagy célja lehet: termék /pl.: egy antibiotikum, egy atomreaktor, egy műkéz/; eljárás /pl.: egy antibiotikum gyártására, uránérc dúsítására/; módszer /pl.: az English Chanell-ben történő összeütközések elkerülésére, a levelek kézbesítésének meggyorsítására/.

Az állam támogatja az alapkutatást, és megrendeli az alkalmazott kutatást és fejlesztést. Angliában az előzőt majdnem kizárólag a DES finanszírozza, míg az utóbbit azok a minisztériumok, amelyek kutatást és fejlesztést rendelnek. A DES az alapkutatás támogatását az UGC-n és a CSP alá rendelt kutatótanácsokon keresztül biztosítja /lásd 1. ábra/. Az öt kutatótanács azonban csak a rendelkezésre álló pénzösszeg elosztása szempontjából van alárendelve a CSP-nek. Programjukat tekintve függetlenek. Rothschild megállapítja, hogy meghatározott esetekben ez a függetlenség káros, mert például az MRC munkájának tekintélyes részét, az ARC, a NERC munkájának legnagyobb részét alkalmazott kutatás teszi ki. Ennek az alkalmazott kutatásnak azonban nincs vevője, hogy megrendelje és jogosságát igazolja. Lehetnek a tanács tagjai mégoly kitűnő, intelligens és gyakorlati szemléletű tudósok, mégsem kvalifikáltak annyira, hogy önmaguk meg tudják határozni a társadalom, az ország szükségleteit és azok kielégítésének sorrendjét, míg aki ezen szükségletek kielégítéséért felelős, ezt jobban meg tudja tenni. Ezért kell az alkalmazott kutatást és fejlesztést teljesen új alapon, vevő-eladó mintára szervezni.

Az első ajánlás éppen ezzel foglalkozik: "mindennemű alkalmazott kutatást és fejlesztést vevő-eladó mintára kell végezni." A "vevő" megmondja mit akar, az "eladó" eleget tesz a kérésnek /ha tud/, és a vevő a szerződésben megállapított ellenértéket kifizeti.

Egyszerű képlet, és még Angliában sem új. Hiszen az ipari kutatás terén hosszú ideje működnek nagy kutatóintézetek kizárólagosan szerződéses alapon. Az állam által támogatott kutatások esetén azonban nem volt ilyen jellegű elszámoltatás korábban. Nem véletlen tehát az a feltűnően nagy visszhang, amit csupán ez az egy javaslat kiváltott, és még van néhány nem kisebb horderejű. Meg kell jegyezni, hogy az állam által finanszírozott kutatásban Rothschild vevő-eladó rendszere bizonyos mértékig hasonlít a feladatfinanszírozásnak Magyarországon két évvel ezelőtt elkezdett megvalósítására. A viták is hasonlóan hevesek voltak.

A jelentés következő részeiben az alkalmazott kutatás és fejlesztés "vevő-eladó" modelljének részletesebb magyarázatára kerül sor.

A "vevő"

A vevő /ügyfél, felhasználó vagy képviselője/ lehet közvetlen vagy közvetett. Közvetlen vevő például a haditengerészet parancsnokhelyettese, amikor - mondjuk - egy új vagy tökéletesített torpedóra van szüksége. A közvetett vevő csak képviseli a termék, eljárás vagy módszer felhasználóját. Példának okáért az autótfejlesztést a Környezetvédelmi Minisztérium /DOE/ kezdeményezi a járművezetők nevében.

Egy vevő /megrendelő/ felelőssége a következőkre terjed ki:

- a/ El kell tudja határozni akár saját kutatási és fejlesztési, akár külső kezdeményezésre /tanács-

adás/, hogy kutatási és fejlesztési programra van szüksége egy meghatározott cél eléréséhez.

Megjegyzés: határozatlan vagy helytelenül általánosított célok /"Írjuk le teljesen a háziállatok fiziológiáját" - "Határozzuk meg pontos fizikokémiai tételekkel a forgógépek kopogását"/ óvatossággal kezelendők, bár első pillantásra csodálatosnak tűnnek. A leggyakrabban ugyanis ezek mindig-befejezetlen természetüknél fogva anyagi és tudományos veszélyeket rejteneek. Ezért csak a legritkább esetben sorolhatók az alkalmazott kutatások közé.

- b/ Meg kell tudja határozni mennyit lehet a programra költeni. /Az ajánlatot nem felszerelések beszerzésére, hanem a működési kiadásra kell tenni./

Megjegyzés: A megrendelő általában igényelni fogja a tudományos vezető és a kutatásirányító tanácsát. Az utóbbi a program-költségek és befejezési határidők szakembere.

A szó "költeni" nem jelenti feltétlenül a pénz tényleges átadását. A különböző programokra költött összegeket viszont mindenképpen ajánlatos - legalább formálisan - témaszámokkal a megfelelő vevőre /megrendelőre/ terhelni.

A működési kiadásba beleértendő az amortizációs költség is.

- c/ Neki kell jóváhagynia a fejlesztéshez szükséges beruházásokat, amint tullepnek a program kutatási fázisán.

Megjegyzés: Gyakran nagyon nehéz éles határvonalat húzni a kutatás és fejlesztés között, amit azzal igyekeznek elkerülni, hogy "folytonos kutatási és fejlesztési spektrumról" beszélnek. Két módon lehet ezzel a kérdéssel foglalkozni: egyrészt tudomásul kell venni, hogy egy fejlesztési program szinte minden esetben minimum tízszer annyiba kerül, mint ugyanannak a programnak a kutatási része; másrészt el kell fogadni, hogy a fejlesztést jóformán egyetlen esetben sem lehet elkezdni, amíg 90%-nál nagyobb esély nincs a kutatási cél elérésére.

- d/ Meg kell tudjon állapítani elsőbbséget /sorrendet/ a programok között.

A tudományos vezető

A tudományos vezető a megrendelő minisztérium szervezeti felépítésében a különböző ágazatok kutatási és fejlesztési témáinak felelőse. Az egyes osztályokon, ahol fellép kutatási és fejlesztési igény lehet képviselője. A tudományos vezető így kialakuló szervezetének minden tagját két főnök irányítja: az osztályvezető és a tudományos vezető. Ebben semmi különös nincs, hiszen ilyen szervezeti felépítésre rengeteg példát találhatunk. Hasonló helyzet áll elő, amikor a megrendelők multifunkcionális laboratóriumokat bíznak meg kutatás-fejlesztéssel. Nem szükséges, hogy közvetlen kapcsolat legyen a tudományos vezető és a kutatásirányító között, mivel teljesen eltérő a tevékenységük.

A kutatásirányító

A kutatásirányító a kutató-fejlesztő egység legfőbb vezetője; az "eladó", aki kutatási és fejlesztési szolgáltatást biztosít a vevőnek. Ő a felső vezetés központja, aki felelős a kutatási és fejlesztési egységért, és mint olyan,

véleménye mentes helyi megfontolásoktól, amelyek gyakran befolyásolják az egyes alárendelt kutatóhelyek igazgatóit, mégha céljaik objektívak is.

A kutatási és fejlesztési egység kutatókból és segédszemélyzetből, laboratóriumokból vagy ennek megfelelő munkahelyekből és egy nagyon kis felső vezetésből áll. A vázszerű vezető szervezetet az indokolja, hogy a kutatásirányító pl. saját laboratóriumait is vezeti, a gyakorlattal való szoros kapcsolat megtartása miatt. Tudni illik egy kutató, ha nem használja, hamar elveszti szaktudását.

A kutatásirányító, mint "vevő", megbizhat egyetemet vagy más kívülálló szervezetet munkával, ha házon belül nincsenek eszközök vagy megfelelő szakértelem a megrendelő előírásainak teljesítésére.

A kutatásirányító felelős a következőkért:

- a/ hogy megrendelőinek hatékony kutatási és fejlesztési szolgáltatást nyújtson.

Megjegyzés: a "hatékony kutatási és fejlesztési szolgáltatás" kifejezés tényezők sokaságát jelenti, amelyeket a kutatás vezetésének jól kell ismernie.

- b/ hogy mire költi a 10% általános kutatási járulékot.

Az általános kutatási járulék

Minden alkalmazott kutatást folytató laboratórium, a kizárólag méréssel vagy műszaki szolgáltatással foglalkozók kivételével, előbb vagy utóbb, nyilvánvalóan vagy burkoltan olyan kutatásba kezd, amely nincs közvetlenül kapcsolatban a "vevő" által megrendelt kutatással. És ez jó dolog. Fon-

tos azonban, hogy ezek a tevékenységek szükségesek és mennyiségileg szabályszerűen meghatározhatók legyenek; az átlagos működési ráfordítás sem haladhatja meg a megrendelőnek nyújtott szolgáltatás ellenértéke 10%-át, és a megrendelőt terheli, felhasználásáról pedig kizárólag a kutatásirányító dönt. Ezt a tevékenységet azért kell általános kutatásnak hívni, mert nem szükségképpen alkalmazott kutatás és fejlesztés vagy alapkutatás. Az általános kutatási járulék az adott kutatás költségvetésében külön tételként szerepel.

Általános kutatást a következő esetekben lehet kezdeményezni.

- a/ ha olyan alapkutatást kell végezni, amely a laboratórium alkalmazott feladataira vonatkozik, de nem végzik máshol, pl: egyetemen;
- b/ a kutatók, mérnökök, matematikusok új, nem szokványos, terven kívüli ötleteinek kipróbálására;
- c/ szakértő alkalmazása érdekében, pl: egy spektroszkópia szakember esetén, aki csak akkor lép be, ha idejének egy részét kutatással töltheti;
- d/ az akadémiai életből az alkalmazott kutatási és fejlesztési környezetbe való átmenet megkönnyítésére.

A 10% általános kutatási járulék minisztériumonként átlagérték. Lehet olyan létesítmény, amely majdnem teljesen általános kutatást folytat, míg mások végezhetnek nagyon keveset. Az átlagos ráfordítás azonban nem lehet több, mint a minisztérium kutatási és fejlesztési költségvetése 10% körüli értéke, és a kutatásirányító felelős ennek betartásáért. Semmi ok nincs arra, hogy az általános kutatási járulék miatt meg kelljen emelni egy minisztérium teljes kutatási és fejlesztési ráfordítását.

Multifunkcionális laboratóriumok és intézetek

Ezek a laboratóriumok és intézetek olyan feladatokon dolgoznak, amelyekért különböző "vevők" felelősek, akár nem ugyanazon minisztériumon belül is. Semmi abnormális vagy szervezetiileg szokatlan nincs egy ilyen szituációban, bár néhány ember nehezen fogja elfogadni vagy megszokni. A kutatásirányító egyik kötelezettsége éppen az eltérő feladatok különböző megbízók /vevők/ követelményeinek integrálása a laboratórium vagy intézet általános igazgatásával.

Együtműködés

Egyetlen kutatási fejlesztési rendszer sem működik hatékonyan és sikeresen a vevő, a kutatásirányító és tudományos vezető közötti folyamatos, rendszeres nézetegyeztetés nélkül. Hatékony és sikeres szervezetben minden illetékes teamjelleggel tevékenykedik és viselkedik, a formális elszámoltatás ellenére. Az elszámoltatás nélkül azonban mind a hatékonyság, mind a siker valószínűsége csökkenne.

✱ ✱ ✱

A javaslat következő részeiben Lord Rothschild a konkrét kutatótanácsokra vonatkozó módosításokat tárgyalja. És bár ezek váltották ki a leghevesebb vitákat, ismertetésüktől egy-két figyelemreméltóbb ajánlást kivéve eltekintünk. Ugyanide tartoznak azok az ajánlások is, melyek a kutatótanácsok miniszteriális alárendelésére és költségvetésük módosítására vonatkoznak. Bár a viták tulnyomórészt ezen kérdések körül folytak, részletesebb ismertetésük - a közvetlen vonatkoztatás minden lehetősége hiányában - a hazai olvasó számára nem lenne különösebben érdekes.

Rothschild javaslata a Tudománypolitikai tanács, CSP összetételére és feladatára a következő:

- a/ független, félnapos elnöke legyen, akit az oktatási és tudományos államtitkár /DES miniszter/ nevez ki a Royal Society elnökének jóváhagyása mellett;
- b/ tagjai: a független elnök, a kutatótanácsok öt tudományos vezetője vagy kutatásirányítója, az UGC elnöke és öt kiváló, független tudós;
- c/ mint ahogy jelenleg is, egészen kislétszámú titkárságát a DES biztosítsa;
- d/ feladata, hogy az államtitkár /miniszter/ tanácsadó szerve legyen a költségvetési támogatás kutatótanácsok közötti elosztásában. Nem foglalkozik viszont más minisztériumok vagy egyéb szervezetek által biztosított összegekkel.

A kutatótanácsok tagjainak két kötelességét emeli ki az alkalmazott kutatási és fejlesztési feladatokkal kapcsolatban: egyrészt a kutatótanácsok vezetőit tájékoztatják kutatóik, mérnökeik, matematikusaik képességéről és munkájáról; másrészt oltalmazták szervezetüket nemkívánatos politikai és igazgatási nyomástól.

Néhány minisztériumnak, mint amilyen pl. a Home Office, a Ministry of Defence, a DTI, a DOE, van olyan kutatótanácsa /vagy ennek megfelelő szerve/, amelyeknek - bár szervezetiileg tőle eltérőek - a DES kutatótanácsaihoz hasonló szerepük van, vagy kellene legyen. Rothschild hangsúlyozza, hogy ezen tanácsok tagjainak függetlensége is nagyon fontos összetevője az általa vázolt rendszernek.

A kutatótanácsok szokásos gyakorlata volt kutatóhelyek létrehozása egyetemeken, kórházakban; stb. gyakran egy különösen jó tudósra alapozva. Figyelemreméltó javaslata a jelentésnek, hogy nagyobb fontosságot követel a gyakor-

lat második részének, azaz a kutatóhelyek megszüntetésének akkor, ha a kérdéses tudós már nem áll rendelkezésre.

Rothschild vitába száll a CSP-vel, amely, mint a kutatótanácsok szószólója tagadja, hogy határozott különbség volna az alap és alkalmazott kutatás között. A CSP érve az, hogy az "alap" és "alkalmazott" jelzők olyan megkülönböztetést sugallnak, amilyen nem létezik, és ezért használatuk káros. Rothschild nem fogadja el ezt a véleményt, hivatkozva a korábban ismertetett értelmezésekre. Nem kétféle azonban, hogy az alapkutatás néha alkalmazott vagy gyakorlati vonatkozásokkal rendelkezhet; és hogy az alkalmazott kutatás eredményezhet alapkutatási érdeklődést és igényt. Figyelmezteti a kormányt, hogy a CSP véleménye, mely szerint nincs logikus különbség az alap- és alkalmazott kutatás között, a kutatótanácsokat - az alkalmazott kutatás és fejlesztés felhasználóinak feltételezett eszmei rombolásától -, védekezésre, ellenállásra készíti.

✠ ✠ ✠

Személyi-szervezeti kérdésekkel, a tudósok, mérnökök, matematikusok közszolgálati szerepével foglalkozik a javaslatok utolsó csoportja. Rothschild a kutatásirányítók feladatának tekinti a kutatási személyzet megfelelő, rendszeres és folyamatos ki- és beáramlásának biztosítását a kutatóhelyeken. Ez a tehetséges emberek számára olyan tapasztalatokat biztosít, amelyek vezető állások betöltésére képesítik őket.

Ennek az áramlásnak a megmerevedése komoly nemzeti probléma lehet. Egy felmérés során megállapították, hogy túl kicsi a volt kutatók, mérnökök és matematikusok arányszáma a középszintű igazgatási alkalmazottak között. A hibát a tudományos szféra és az igazgatási szféra közötti mozgás jóformán teljes hiányában látják.

A javaslat csoportot két lényegesebb gondolat köré lehet tömöríteni:

1. A kutatóhelyek igazgatói vagy helyetteseik csak igazgatási gyakorlattal nevezhetők ki. Rothschild javasolja, hogy senkit se lehessen kinevezni egy laboratórium vagy intézet igazgatójának vagy igazgatóhelyettesének legkevesebb egy év minisztériumi gyakorlat nélkül. Az igazgatási gyakorlat megszerzése egy elég korai időszakban ugyancsak szükséges ahhoz, hogy egy kutató a vezetés politika-meghatározói posztjain megfelelően tudjon közreműködni.
2. A kutatóknak a kutatóhelyekről a közszolgálat más részeibe történő átáramlását jóval gyorsabbá kell tenni. A jelentés kifejti, hogy egy laboratórium életképessége, hatékonysága a kutatók, mérnökök, matematikusok megfelelő ki- és beáramlásától is függ; hogy ebbe a folyamatba nem tartozik bele a nyugdíjazás és toborzás következtében fellépő munkaerőmozgás; és hogy a kutatásvezető, kutatásirányító egyik legfontosabb feladata ezt az áramlást folyamatosan biztosítani.

✖ ✖ ✖

A jelentést a kormány széleskörű vitára bocsátotta. Viták folytak a Royal Society-ben, a Tudománypolitikai Tanácsban, a kutatótanácsokban és a tudományos egyesületekben.

A Royal Society, bár egyetértett a társadalmi felelősségérzet fokozásával, helytelenítette a vevő-eladó alapon történő átszervezést. Véleményük szerint a Rothschild-jelentés félrevezető, tulságosan leegyszerűsíti a kérdéseket. Nem biztosít elegendő lehetőséget szabad kutatási és fejlesztési tevékenységre. Nem biztosítja az akadémiai érte-

leben vett megfelelő jövőt sem a fiatal kutatóknak. Nyugtalanossággal szemlélték, hogy a jelentést a kormány esetleg alapnak tekinti számos kutató, jól bevált utakon haladó munkájának megváltoztatására.

A tudomány társadalmi felelősségeért küzdő brit társaság /BSSRS/ is elmarasztalta a javaslatot. Más okból azonban, mint a Royal Society. Azt emelték ki, hogy amennyiben a minisztériumok hivatottak a "társadalmilag felelős tudomány" biztosítására, Rothschildnak csak akkor lesz igaza, ha a társadalom a kormányra bízhatja a felelősség gyakorlását. Melyik minisztérium fog azonban olyan kutatást támogatni, amely alááshatná politikáját? A társaság véleménye szerint a kormány az ipar fejlesztésére és honvédelemre fordítja a kutatási és fejlesztési költségvetés túlnyomó részét, és egyáltalán nem várható, hogy a társadalom szükségletei kerüljenek előtérbe.

A New Scientist kommentátora közel azonos álláspontot képvisel, mint a tudomány társadalmi felelősségeért küzdő brit társaság: a minisztériumi hivatalnokok viselkedésében látja a Rothschild javaslat gyakorlati megvalósításának egyik akadályát. Egyértelműen helyesli a kutatási-fejlesztési célok kitűzésében a társadalom szerepének növelését, de figyelmeztet, hogy egy szerződésben kifejezett igény a siker szempontjából még nem jelent sokat. Emlékeztet a Sussexi Egyetem tudománypolitikai intézetének SAPPHO programjára. A program megmutatta, hogy a siker két legfontosabb feltétele a marketing és a felhasználók - a társadalom - igényének megértése. Ennek a fényében a vevő-eladó rendszer, ha a vevő az egyik minisztérium - a társadalmi célok megvalósulását nézve mindaddig eredménytelen -, míg a Whitehall-ban forradalmi változások nem mennek végbe. Ilyen forradalomnak tekinthető a Rothschild által javasolt tudományos vezetői szervezet. Ezért a vevő-eladó rendszer adoptálása a Rothschild által javasolt háttér nélkül katasztrófához vezetne, szögezi le végül a kommentátor.

A Time, a Guardian, a Nature és sok más lap levelezési rovata hosszú ideig jóformán mást sem tartalmazott, mint független vagy alkalmazott tudósok, kutatók véleményét, az ujság eltérő foglalkozású olvasóinak hozzászólását. Szidják Rothschildot és kifogásolják, hogy döntése előtt nem tanulmányozott minden bizonyítékot, hogy felkavarta a tudományos közvéleményt, hogy nem tanácskozott másokkal, hogy javaslatai és megállapításai önkényesek. Támadják a kormányt is, mert - azzal, hogy kedvezően nyilatkozott róla -, mintegy elfogadta a jelentést, amelynek pedig még meg kellett volna őrizni vitaanyag jellegét.

✂ ✂ ✂

És Rothschildnak lett igaza.

A szavakkal folyó nagy csatának, mely megrázta az angol tudomány szervezetét, Lord Rothschild lett győztese. A kormány határozottan állást foglalt amellett, hogy az ágazati miniszterek a tárca céljait megfelelő mértékben segítsék olyan kutatási és fejlesztési programokkal, amelyek közvetlenül kapcsolódnak e célokhoz. Azokat, akik felelősek a tárca céljaiért, a kormány ugyancsak felelőssé teszi követelményeik lehető legvilágosabb meghatározásáért, és az elérésükhöz szükséges kutatási és fejlesztési tevékenység megrendeléséért. Ennek érdekében az ágazati "vevők" társas viszonyban kell együttműködjének kutatási és fejlesztési "eladóikkal", akár egyazon tárcán belül, akár különböző tárcák között.

A minisztériumok, mint vevők, meghatározzák követelményeiket; az eladók megfontolják teljesítésük lehetőségét és vállalják a munkát; a köztük lévő megegyezés pedig biztosítja, hogy a célok méltányos költség mellett is elérhetők maradjanak. Így értelmezi az angol kormány a vevő-eladó megközelítést. A hozzáfűzött magyarázat szerint lényeges tulajdon-

sága ennek a megközelítésnek, hogy gondoskodik a vevő és eladó, illetve a társadalom érdekelt szektorai közötti folyamatos nézetegyeztetésről és együttműködésről.

Továbbá, a kormány elfogadta a három nagy kutatótanács az MRC, ARC és NERC állami támogatásának csökkentésére vonatkozó javaslatot, bár a csökkentés mértékében nem volt olyan brutális, mint Rothschild szeretne volna. Az elvont összegeket a megfelelő minisztériumok fogják kapni, hogy alkalmazott kutatásokra fordíthassák vevő-eladó, azaz szerződéses alapon. A kormány úgy véli, hogy ezáltal megerősödik a minisztériumok tudományos tapasztalata, és a kutatás szélesebb társadalmi ügyé integrálódik.

A kormány nagy figyelmet szentelt a tudósok nagyobb szerepének a kormány szintű vezetésben és igazgatásban: a határozat 61 paragrafusa közül 13 ezzel a kérdéssel foglalkozik.

Amit az angol kormány csinált, nem más, mint hogy áttörte azt az alapelvet, amely szerint a tudományt csak tudósok tudják helyesen megítélni. Az új elvek következtében a tudomány a korábbinál nagyobb szerepet kaphat a kormány központi politikaformáló tevékenységében, és sokkal közvetlenebbül és hatékonyabban szolgálhatja az egész társadalom érdekét. Amíg az idő nem bizonyítja az ellenkezőjét, ezzel nem lehet vitatkozni. Legalábbis Angliában.

Zbigniew Madej
Lengyel Tudományos Akadémia
Közgazdaságtudományi Bizottság

A MŰSZAKI-TUDOMÁNYOS ÁTVITEL STRATÉGIÁJA

The Strategy of Technology Transfer
OECD Science Policy Studies and
Documents, No.25.
Paris, 1970.
45-59.old.

A tanulmány a tudánypolitika egy részével, a műszaki-tudományos átvitel /technology transfer/ stratégiájával foglalkozik. Tárgyalja a műszaki tudományos átvitel általános modelljét, a fontossági sorrend meghatározását, a fejlődő és közepesen fejlett országoknak megfelelő technológia kiválasztását és a műszaki-tudományos átvitel kialakítását.

I. Bevezetés

A tudomány, a technika korunkban a gazdasági és társadalmi fejlődés fontos tényezőjévé vált. Korlátozott szakmai jelentősége helyett az egész világon gazdasági és politikai probléma lett. Számos vita tárgya tudósok és politikusok között napjainkban mindenütt.

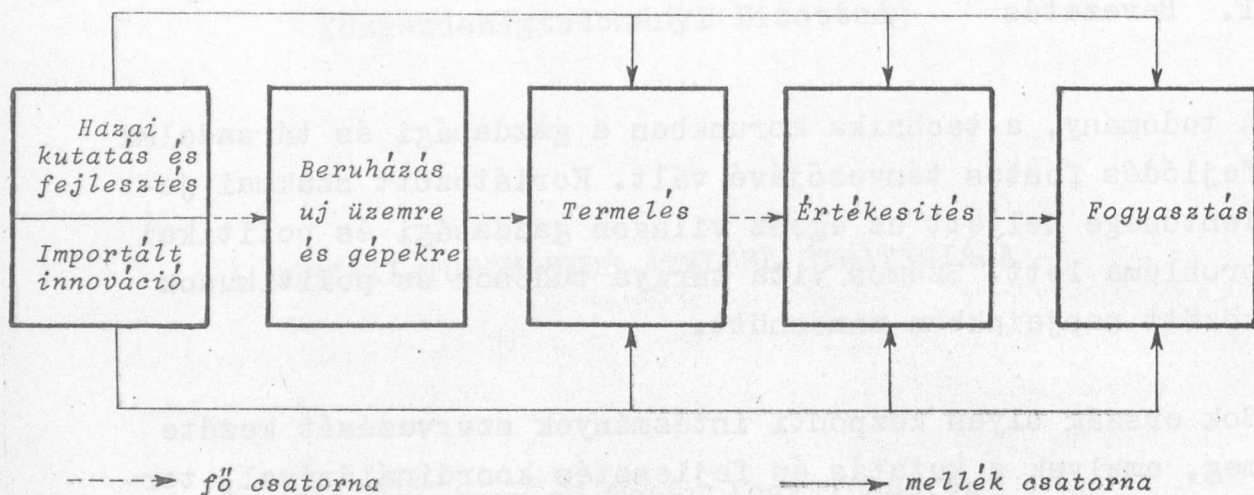
Sok ország olyan központi intézmények szervezését kezdte meg, amelyek a kutatás és fejlesztés koordinálásával, tervezésével és finanszírozásával foglalkoznak. Másutt - mint pl. a szocialista országokban, ahol már korábban is volt központi tudománypolitika -, igyekeznek a szervezést javítani, a tudománypolitikát és a kutatási-fejlesztési intézmények tevékenységét átdolgozni. Ezek a tények a nemzeti tudománypolitika megerősítésére irányuló növekvő tendenciát igazolják. Oly nagy a tudománypolitika iránti kereslet, hogy túllépi az elvi, módszertani alapokat nyújtó kínálatot.

II. A műszaki-tudományos átvitel általános modellje

Közismert, hogy a műszaki-tudományos átvitel az a folyamat, amely által a tudomány és technika eredményei az emberi tevékenységekben és főleg a gazdasági életben megjelennek.

Az új ötlet egy tevékenység-láncon halad át, amelyet az alapkutatás, alkalmazott kutatás, fejlesztés, első ipari alkalmazás, tömeggyártás, értékesítés stb. láncszemek alkotnak. Természetesen ez a műszaki-tudományos átvitelnek csak a főcsatornája. Mellékcsatornák is léteznek, amelyek az új ötletek a kutatás és fejlesztés területéről köz-

vetlenül kerülnek értékesítésre, fogyasztásra /1.ábra/.



1. ábra

A műszaki-tudományos átvitel általános modellje

Brooks a lényegét fogalmazta meg, amikor ezt írta: "A műszaki-tudományos átvitel abban különbözik a közönséges tudományos információ-átadástól, hogy ténylegesen csak tevékenységen keresztül valósulhat meg."

Az új ötletek áthaladása - bármelyik csatornán - hardware-re és software-re bontható. A főcsatornán a hardware /új üzemek, új gépek/, míg a mellékcsatornákon a software /a marketing új módszerei, új szervezetek, új vezetési módszerek/ van túlsúlyban.

Ez a modell hozzájárul az innovációnak a gazdasági életben betöltött szerepével foglalkozó vitához. Tulhaladott már a gazdasági fejlődés neo-klasszikus elmélete, amely azt tartotta, hogy az innováció /műszaki-tudományos fejlődés/ független, az anyagi alapokon kívül álló jelenség. Az elmúlt évtizedekben a közgazdászok kidolgozták a gazdasági fejlődés különböző modelljeit, beleértve az "induktív" és

"autonóm" innovációt /Solow, Hicks, Joan Robinson és mások/. Arra a következtetésre, hogy a kutatási-fejlesztési tevékenységet kell az ujratermelés teljes folyamatának minden lépcsőjével maximálisan integrálni, napjainkban jutottunk. Modellemben /1.ábra/ a folyamat kutatással és fejlesztéssel kezdődik, de nem ez indokolja az ujratermelést; mind a kutatást és fejlesztést, mind a tevékenységek teljes láncát a környezeti igény, általánosabban a társadalmi szükséglet határozza meg.

Nem kívánok a problémával hosszabban foglalkozni, de szükséges rámutatnom, hogy a kutatás és fejlesztés önmagában nem hoz gazdasági hasznot, mivel eredménye csak áttételesen, a dolgozók új szakismeretében, új gépekben és új módszerekben jelenik meg. Az az állítás tehát, hogy a kutatás és fejlesztés a munkához, gépekhez hasonlóan önálló tényező - nagyon kétséges. A kutatás és fejlesztés jövedelmezőségét és a gazdasági fejlődéshez való hozzájárulását igen körültekintően és pontosan kell felbecsülni. Strumilin, Domar, Solow, Denison és mások e tárgyra vonatkozó uttörő munkái sok új elképzelést, de néhány tulságosan leegyszerűsített feltevést is tartalmaznak.

Gyakorlatibb problémákra visszatérve, szeretném hangsúlyozni, hogy a műszaki tudományos átvitel 1. ábrában ismertetett általános modellje alkalmazható egyetlen feladatra /pl. színes TV kifejlesztésére/, egész vállalatra, vagy egy ország egész gazdaságára. Lengyelországban gyakorlati tevékenységünk során ezt a modellt alkalmazzuk. Mind a nagy, országos feladatok, mind a kisebb projectek ugynevezett koordináló tervei is ilyen módon készülnek. Ezek a tervek felölelik a kutatástól és fejlesztéstől az értékesítésig terjedő összes fokozatot.

III. A fontossági sorrend meghatározása

Nehéz a tudomány és technika fejlesztésére olyan eredményes stratégiát kidolgozni, amely a gazdasági fejlődés stratégiájával összhangban van. A tudományos-technikai forradalom időszakában sem könnyebb a fejlődés helyes irányának kiválasztása. A fejlett és a fejlődő országok között a technológiai szakadék egyre nő. Még a közepesen fejlett országok is nehézségekkel állnak szemben. Szinte minden ország keresi a megoldást, de eddig kizárólag csak a Szovjetunió, az USA, Japán és néhány más ország dolgozott ki eredményes, de egymástól eltérő stratégiát a tudomány és technika fejlesztésére. Ezen országok példája arra tanít, hogy a stratégiát, vagy az annak megfelelő általános elveket a kormánynak kell kidolgoznia valamilyen terv keretében.

Amikor közepesen fejlett országok számára /de valószínű, hogy ez a többi országra is érvényes/ stratégiát dolgozunk ki, előbb politikai, gazdasági és szociális célt kell meghatározni, majd a következő kérdésekben kell döntenünk:

- melyek az országot nem érintő tudományos és technikai problémák;
- milyen tudományos és technikai problémák kutatása érdemel elsőbbséget az országban;
- milyen műszaki-tudományos know how-t kell importálni;
- milyen tudományos és technikai kérdések fejleszthetők ki más országokkal való kooperációban.

Napjainkban nem probléma új kutatási irányokat találni; rendszerint túl sok is van. A probléma éppen az, hogy hogyan lehet egy részüktől eltekinteni és csak néhányat elfogadni. Gyakran előfordul, hogy egyesek többet akarnak elérni, mint ami lehetséges, mert általában az emberek semmiről

sem mondanak le szívesen. Következésképp az erőfeszítések szétforgácsolódnak, az erőforrások elfecsérelődnek és a gazdasági fejlődés korántsem olyan nagy, mint lehetne.

A prioritások megállapításánál a tevékenységeket fontossági sorrendbe kell szedni. Az első helyre azokat a termékeket, vagy szolgáltatásokat kell tenni, amelyek esélyesek arra, hogy világszinvonalon versenyképesek legyenek. Néhány szakértő úgy vélekedik, hogy inkább a hazai színvonalra kellene gondolni. Ez valószínűleg csak egy zárt gazdasági életben érvényes, ahol nincs sem export, sem import. Ma azonban egy ilyen gazdasági rendszer nagyon kis eséllyel fejlődhet, a fejlődés pedig döntő tényezője a létezésnek.

A prioritások megállapításához tanácsos más országok jövőbeni tevékenységét feltérképezni, és olyan "fehér foltokat", "hézagokat" keresni, melyeken az előbbrehaladás célszerű. Még a viszonylag fejlett országok számára is nehéz az utóbbi lehetőséget kihasználni. Ez a lépés azonban feltétlenül szükséges, és minden olyan ország stratégiájában szerepelnie kell, amely csatlakozni akar az igen fejlett országok csoportjához. A feladat végrehajtásának egyik eszközeként a technológiai előrejelzés tűnik megfelelőnek.

A tudományos és technikai prioritások meghatározásánál figyelembe kell venni mind gazdasági, mind gazdaságon kívüli kritériumokat. Első lépésben, különösen egy hosszútávú tudományos és fejlesztési terv általános irányának kijelölésekor, a kritériumok még nincsenek pontosan megfogalmazva, számuk sem ismert. Csak a későbbi lépésekben kerül sor sokkal pontosabb és számszerű kritériumok alkalmazására, amelyek főleg a gazdasági hatékonyságra vonatkoznak. Pl.: közgazdasági megfontolások alapján lehet eldönteni, hogy milyen technológiákat importáljunk, és melyikeket fejlesszük magunk. Ezek a követelmények nagyon hasonlóak azokhoz, melyek alapján azt határozzuk meg, hogy milyen anyagokat im-

portáljunk és milyeneket gyártunk itthon. Ugy tűnik, ezen a téren nem lesz különösebb elméleti nehézség. Természetesen előfordulhatnak nehézségek a célok és erőforrások összevetésekor, vagy új feladatok hatékonyságának felbecsülésében, stb., de ezek abból erednek, hogy túl kevés ismeretünk van a kutatási és fejlesztési tevékenységről, és erre a tevékenységformára még nem alkalmaznak közgazdasági eszközöket. Ezideig még csak alig néhány, és kizárólag elméleti munkában próbálkoztak közgazdasági módszerek alkalmazásával a kutatás és fejlesztés terén.

A stratégia kidolgozásában a következő kérdés a döntéshozatal és a motiváció. Saját tapasztalatunkat figyelembe véve szeretném hangsúlyozni, hogy a kormánynak jóvá kell hagynia a kiemelt kutatási területek általános irányvonalait; ki kell dolgoznia a kutatási és fejlesztési intézmények működésének általános szabályait, valamint a kutatás tárgyának kiválasztására vonatkozó kritériumokat, ezzel mintegy biztosítva a kutatóintézetek tevékenységének összhangját a társadalmi érdekekkel /motiváció/.

A kormány szinten kijelölt irányvonalak alapján a kutatóhelyek előzetes tervet készítenek, amelyek elsősorban a célok elérésének jobb módszereire és lehetőségére vonatkozó általános elképzelések, másodsorban új, nem kiemelt kutatási témákra vonatkozó javaslatok. Az előzetes terveket felsőbb szintű jóváhagyásra kell felterjeszteni. Lengyelországban a végső döntés előtt kikéri a szakértők, valamint a tudósokból és a gazdasági élet képviselőiből álló illetékes bizottság véleményét /döntéshozatal/. Összegezve, a témaválasztás itt ismerttetett mechanizmusa egyesíti a kutatási tevékenység központi irányítását, és a kutatási és fejlesztési intézmények, valamint a tudományos közvélemény kezdeményezési jogát.

A tervezési rendszeren belül több különböző alrendszert találhatunk. Lengyelországban, pl.:

1. a kutatási és fejlesztési intézmények szerződéseket kötnek a vállalatokkal kutatási és fejlesztési feladatokra;
2. az ipari kutatóintézetek és más ipari kutatási és fejlesztési egységek általában nyereségre törekednek;
3. az ujitók a vállalatoktól ujitási díjat kapnak, amely az ujitásból származó megtakarítás meghatározott százaléka.

IV. A műszaki élet mely területét fejlesszük?

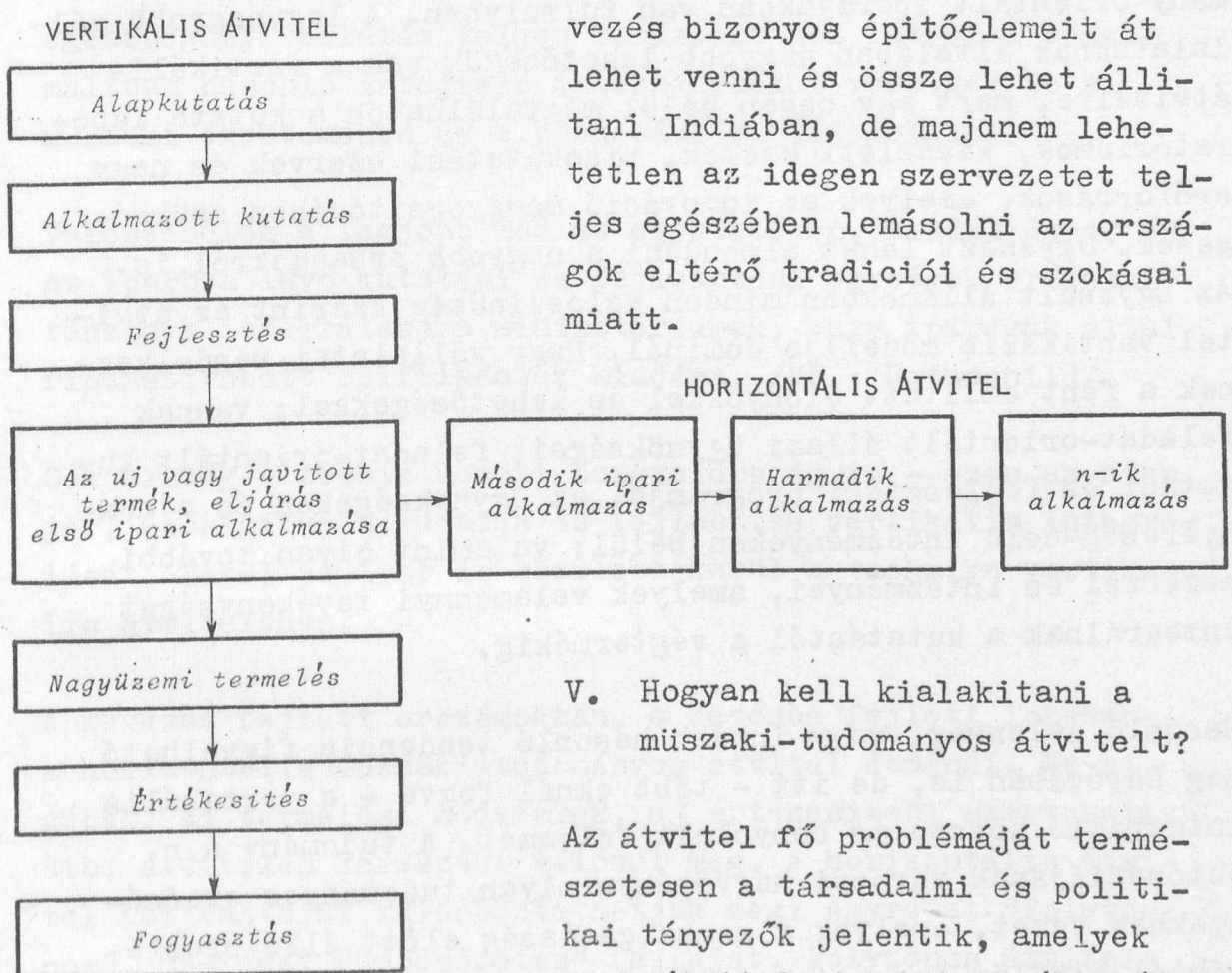
A II. és III. fejezetben - tekintet nélkül a műszaki-tudományos átvitel tárgyára - azt igyekeztük kifejtteni, hogy hogyan lehet elérni az átvitelt. Sok országban azonban az jelent problémát, hogy a műszaki élet mely területét kell támogatni. Az úrkutatás, amely a Szovjetunió, vagy az Egyesült Államok számára elérhető, egyáltalán nem az Svájc, Lengyelország, vagy más országok számára. Azt szoktuk mondani, hogy minden ország a technikának azt a speciális ágát, vagy területét fejlessze, amelyet természeti forrásai, dolgozói szakismerete, fejlettségi szintje, stb. indokol. Sok szakértő úgy véli, hogy a fejlődő országok számára a legmegfelelőbb az u.n. "közbenső technika", és ez talán igaz.

Ki kell emelnünk azonban, hogy a fejlődő és a közepesen fejlett országoknak megfelelő gépekre és megfelelő szervezetekre is szükségük van. Ismeretes, hogy a technológiai szakadék - többek között - szervezési szakadékot is jelent. Érdemes tehát feltenni a kérdést: van-e esélyük a fejlődő és viszonylag fejlett országoknak a software terén való előrehaladásra? Sok szakértő véleménye szerint a műszaki élet ma egyre inkább software-ből épül fel, azaz annak megszer-

vezéséből és rendszerezéséből, hogy hogyan kell a dolgokat végrehajtani, és nem csupán maguknak a céloknak specifikálásából. Ebben az értelemben az ésszerű cselekvés azon elvei, - melyeket pl. a PERT, a technológiai előrejelzés, a tervezés, stb. tartalmaznak -, mint szervezett cselekvés-rendszerek, ugyanolyan innovációnak számítanak mint a lézer, a sugárhajtómű, stb. volt a maga módján. Meg kell különböztetnünk a szűkebb értelemben vett software-t, azaz a bizonyos fajtájú hardware-rel szorosan összefüggő ésszerű cselekvési elveket /pl. computer-programok/, és a tágabb értelemben vett software-t, azaz az ésszerű cselekvés minden elveit, amelyeket azelőtt szervezésnek neveztünk.

A tágabb értelemben vett software-t főleg a matematika, közgazdaságtan és társadalomtudományok teremtik meg, amelyek a kevésbé fejlett országokban viszonylag fejlettebbek a természet- és műszaki-tudományoknál. Másrészt ismeretes, hogy a software főleg azokban az igen fejlett országokban fejlődik, amelyekben a hardware magas szintű. Ez azt jelenti, hogy a software a hardware-t követi és valószínűleg igaz az is, hogy egy országnak el kell érnie egy meghatározott fejlettségi szintet, mielőtt innovációt hozna létre a matematikában, a közgazdaságtanban, vagy más tudományágakban, amely a software megteremtéséhez vezet. Sok fejlődő országban a tudományok tanulmányozása még túl általános ahhoz, hogy innovációkhoz használható legyen, de ezen országok némelyike és a viszonylag fejlett országok jó háttérrel és előfeltételekkel rendelkeznek software fejlesztéshez. Lengyelországban megvan ez a háttér és szükség is van a software-re. Országunk a viszonylag fejlett országok között szerepel; 1970-ben a kutatásra és fejlesztésre fordított összeg az egy főre eső bruttó nemzeti termék kb. 2%-át tette ki, és az utóbbi években tökéletesedtek a hardware létrehozásának szervezési és pénzügyi feltételei, a legutóbbi időkben pedig javítottunk a software megteremtésének feltételein is.

A software-innovációk jelentős része nem szabadalmaztatható és nem kereskedelmi jellegű. Ezért az ilyen innovációk átvitele sokkal könnyebb kellene legyen, mint a hardware-é. A software átvitelének azonban másfajta akadályai vannak. Az egyik országban előállított mozdony működni fog a másik országban is. Nem így van ugyanez az iparszervezés, a kutatás és fejlesztés, stb. vonatkozásában. Az ipar szerkezete a különböző országokban szükségképpen eltérő, csak a szerkezeti "építőelemek" azonosak, vagy legalábbis hasonlóak.



A francia, vagy lengyel iparszervezés bizonyos építőelemeit át lehet venni és össze lehet állítani Indiában, de majdnem lehetetlen az idegen szervezetet teljes egészében lemásolni az országok eltérő tradíciói és szokásai miatt.

V. Hogyan kell kialakítani a műszaki-tudományos átvitelt?

Az átvitel fő problémáját természetesen a társadalmi és politikai tényezők jelentik, amelyek ezen átvitelnek mintegy általános infrastruktúráját alkotják. Egy adott infrastruktúrában az átvitel különböző szervezeti modelljei létezhetnek. Ezek közül ket-

2. ábra

A műszaki-tudományos átvitel két fajtája

tőt fogunk ismertetni. /2.ábra./

Vertikális átvitel esetén a tudomány technikává, a technika pedig új /vagy tökéletesített/ terméké, illetve módszeré válik. Horizontális átvitelről akkor beszélünk, amikor a technika az egyik alkalmazási területéről a másikba kerül át.

A kutatással szoros kapcsolatban álló vertikális átvitel rendszerint nagyobb és forradalmibb innovációhoz vezet. A horizontális átvitelre inkább a lassu fejlődés jellemző.

A vertikális átvitel a legfejlettebb országokban és a tudomány orientált iparágakban van túlsúlyban. A legnagyobb vállalatoknak általában nagyobb lehetőségük van a vertikális átvitelre, mert egy cégen belül megtalálhatók a kutató laboratóriumok, kísérleti üzemek, piackutatási szervek és nagy erőforrások, amelyek az innováció meggyorsításához szükségesek. Ugyanezt lehet elmondani a nagyobb országokról is. Az Egyesült Államokban minden valószínűség szerint az átvitel vertikális modellje dominál. Nagy vállalatai rendelkeznek a fent említett előnyökkel és lehetőségekkel; vannak feladat-orientált állami ügynökségei; feladat-orientált kutatási és fejlesztési programjai az ügynökségeken és a nem-nyereség-célú intézményeken belül; valamint olyan további eszközei és intézményei, amelyek valamennyi tevékenységet integrálnak a kutatástól a végtermékig.

Hasonló jelenség, vagy inkább hasonló tendencia figyelhető meg Európában is, de itt - több oknál fogva - a vertikális integráció hosszú és bonyolult folyamat. A tudomány u.n. autonómiájának európai hagyománya olyan tudományos eredményekhez vezet, amelyek a nemzetgazdaság előtt álló problémáktól elkülönülnek. A kutatás-fejlesztés láncának egyes szemei Európában a legtöbb esetben külön állnak egymástól: az alapkutatást főleg az egyetemeken és a tudományos akadémiák intézeteiben, az alkalmazott kutatást az ipari kutatóintézetekben, a fejlesztési munkát pedig a gyárak laboratóriumaiban végzik.

Az egyetemeket is még az egyes tantárgyak és foglalkozási ágak, nem pedig a problémák, vagy feladatok alapján szervezik meg. Az egyetemek soféle feladat megoldását vállalják; ezért inkább a horizontális átvitelre nyújtanak potenciális lehetőséget. Kutatási eredményeik azonban sokszor túl általánosak ahhoz, hogy valamely egyedi innováció elsődleges forrásaként szolgáljanak. Az európai egyetemek közül - évtizedek óta - csak az orvosi fakultások /vagy egészségügyi iskolák/ vannak és voltak szoros kapcsolatban a gyakorlati igényekkel: saját kórházaikat, vagy rendelőintézeteiket vezetik. Esetükben a kutatás, oktatás és egészségügyi ellátás teljes rendszert hoz létre. A közelmultban hasonló integráló intézkedéseket vezettek be a műszaki egyetemeken és a közgazdasági főiskolákon.

Valószínűleg a legjobb mód az egyetemeken, akadémiákon, és az iparban lévő kutatási és fejlesztési egységek erőfeszítéseinek integrálására minisztériumok, vagy iparágak által finanszírozott célfeladatok kiadása. /Vö.: Rothschild/.

Sok ország - többek között Lengyelország is - ezen az uton jár, elősegítve a kutatás és fejlesztés vertikális integrálását. Ezzel az ipar is közelebb kerül a technika vertikális átviteléhez.

A kevésbé fejlett országokban, a kevésbé fejlett iparban a horizontális műszaki-tudományos átvitel dominál. Ez új gépek, új termelési módszerek, új értékesítési szervezetek stb. átvitelén keresztül valósul meg. A horizontális átvitel két fajtáját különböztethetjük meg: egyrészt "folytonos", másrészt "lépcsőzetes" fajtáját. Folytonos átvitelről akkor beszélünk, amikor a technika átadója és átvevője azonos technikai szinten van /pl. Franciaország és Anglia/, lépcsős átvitelről pedig akkor, amikor az átadó magasabb technikai szinten áll, mint az átvevő /pl. Franciaország és India/.

A gyakorlatban sok technikai szint létezik. A lépcsős átvitel simábban zajlik le akkor, amikor az átadó és az átvevő szomszédos szinteken áll. Ezt az esetet az Egyesült Államok és Japán közti átvittel szemléltethetjük. Néha előfordul azonban, hogy a technikát /különösen gépeket, ritkábban licenszeket/ a legmagasabb szintről adják át egy sokkal alacsonyabbra, pl. a Szovjetunióból, vagy az Egyesült Államokból a fejlődő országokba. Így a kevésbé fejlett államok, a kevésbé fejlett ipar, élhetnek azzal a lehetőséggel, hogy meghatározott szinteket átugorjonak.

Emlékeztetnünk kell arra, hogy a horizontális átvitel, meghatározásánál fogva, lehetetlenné teszi az átvevő számára, hogy magasabb szintet érjen el, mint a technika átadója. Amikor az átvevő igyekszik az átadót tulszárnyalni, fejlesztési stratégiájának tartalmaznia kell az átvitel horizontális és vertikális fajtáját is. Természetesen sok különböző fejlesztési stratégia áll nyitva az országok előtt, és a műszaki-tudományos átvitel említett két fajtája is különféle arányban oszolhat meg.

A szocialista gazdasági rendszerben a műszaki-tudományos átvitel mindkét fajtája megfigyelhető. Érdemes megjegyezni, hogy a szocialista országokban korlátlan lehetőség van horizontális átvitelre: hiszen az "A" vállalat ingyen átveheti a "B" vállalatnál kialakított innovációt. Az átvitelnek ezt a fajtáját a kormány javasolja és támogatja. Az országok közötti kooperációt is hasonló elvek kormányozzák. Ezek az elvek hasznosak minden szocialista ország, különösen a kisebbek, és kevésbé fejlettek számára.

Láttuk, hogy a műszaki-tudományos átvitel komplex probléma. Természetesen a kutatás és fejlesztés szervezetétől függ alapvetően, a kulcstényező azonban a társadalom gazdasági, szociális és politikai szerkezete. Ez pedig döntő szerepet játszik az átvitel sikerében. Érdemes ezért nemzetközi tudományos, gazdasági és politikai szervezetekben ezt a kér-

dést felvetni abból a célból, hogy megkíséreljük létrehozni az átvitel nemzetközi politikáját. Mindenek előtt célszerű elősegíteni:

1. a nemzetközi tapasztalatcserét /különös tekintettel a kutatási területek fontossági sorrendje megállapításának módjára, valamint azokra a módszerekre, amelyekkel a kutatás és fejlesztés hatékonysága felbecsülhető, stb./;
2. a környezet tervezésével és az egészségügyi ellátással stb. kapcsolatos térítésmentes műszaki-tudományos átvitelt.

✂ ✂ ✂

A Tudományszervezési Tájékoztató 1972. évi 2.számának
tartalomjegyzéke

SZEMLE

A KUTATÁS FELADATOK SZERINTI FINANSZIROZÁSA EGY KOMPLEX KUTATÓKÖZPONT
-- A KFKI -- MŰKÖDÉSÉNEK TÜKRÉBEN I.

A Központi Fizikai Kutatóintézet komplex kutatóközpont jellege -- A KFKI környezete -- A KFKI durva működési modellje -- A kutatóközpont pénzügyi modellje.

233.oldal

A KUTATÁS ÉS A FEJLESZTÉS FINANSZIROZÁSA ÉS A TUDOMÁNYOS POTENCIÁL
LENGYELORSZÁGBAN

Kutatás és fejlesztés, célkitűzések -- Tudományos potenciál -- K+F ráfordítások.

249.oldal

AZ ALKOTÓ SZELLEMI MUNKA VESZTESEGFORRÁSAINAK ÉS HATEKONYSÁGNÖVELESI
LEHETŐSÉGEINEK FELMERÉSE VII.

AZ ALKOTÓ SZELLEMI MUNKA VESZTESEGFORRÁSAI ÉS A VEZETÉS TEVEKENYSÉGE

Az eddigi vizsgálatok áttekintése -- Az alkotó szellemi munka vezetése vizsgálatának szempontjai -- A vezetésre irányuló vizsgálatok igényei a többi kutatással szemben -- A vezetéssel kapcsolatos kutatások igényelt irányai.

257.oldal

TUDOMÁNYOS RÁFORDÍTÁSOK A NÉMET
SZÖVETSÉGI KÖZTÁRSASÁGBAN

* Kutatási és fejlesztési ráfor-

ditások 1948/1949-től 1970-ig
-- A gazdaság K+F ráfordításai 1969-ben -- A vállalati és közös K+F ráfordítások 1969-ben
-- Vállalatok K+F ráfordításai, tudományos célú adományok és alapítványok.

278.oldal

TUDÓSTÁRSADALOM -- TUDOMÁNY ÉS TÁRSADALOM

Az angol kormány Zöld Könyve -- A brit tudományos élet fokozottabb ellenőrzése -- A tudóstársadalom elvárásai és csalódásai -- Mit tud a közvélemény a tudományról: remények és aggodalmak.

294.oldal

A NŐK A TERMÉSZETTUDOMÁNYBAN

Képzési lehetőségek -- Munkaerőhelyzet -- A nők természet-tudományos pályaválasztása -- A két nem közötti különbségek különböző aspektusai -- Következtetések.

315.oldal

TUDÓSFIZETÉSEK NÉHÁNY TŐKÉS ORSZÁGBAN

324.oldal

FIGYELŐ

A hetvenes évek célkitűzései

331.oldal

Svéd kutatás -- Svédországban, vagy külföldön?

332.oldal

Hogyan lesz valakiből kutató?
335. oldal

Fordulat várható az amerikai
kutatási ráfordítások trend-
jében
336. oldal

A tudományos kutatás szerve-
zete Finnországban
337. oldal

A tudományos kongresszus:
betegség, vagy gyógyír?
339. oldal

Aigrain nyilatkozata a francia
tudományos életről
341. oldal

A tudós: szenvedély, jellem,
értelem
343. oldal

Az NSZK 1972. évi kutatási-
fejlesztési költségvetése
345. oldal

A kutatás szervezete és
problémái Jugoszláviában
345. oldal

A kutatók kora és alkotó-
képessége
347. oldal

Növekvő kutatási kiadások
Japánban
349. oldal

Van-e az Egyesült Államok-
nak tudománypolitikája?
349. oldal

Rendszerkutatás a K+F szol-
gálatában
352. oldal

Együttműködés az egyetem
és az ipar között Lengyel-
országban
353. oldal

100 milliárd lira kutatásra
Olaszországban
355. oldal

Átszervezik a dél-afrikai
kutatást
355. oldal

"Nyílt egyetem" Nagy-Britan-
niában
357. oldal

BIBLIOGRÁFIA

Szakirodalmi ismertetések
359. oldal

Válogatott bibliográfia
a tudományos kutatás ter-
vezésének, igazgatásának
és szervezésének nemzetközi
irodalmából
366. oldal

Bibliográfiai áttekintés
a magyar tudányszervezés
ujabb irodalmáról
386. oldal

Kiadja a Központi Fizikai Kutatóintézet

Felelős: Kiss István, a Tudományos Titkárság vezetője

Példányszám: 300

Törzsszám: 7323

Készült a KFKI sokszorosító üzemében, 1972. szeptemberében